

---

# **DIPLOMARBEIT**

---

Herr  
**Robert Wagner**

**Wirtschaftlichkeitsberechnung einer  
Photovoltaikanlage und  
Möglichkeiten der Optimierung**

2016

---

# **DIPLOMARBEIT**

---

## **Wirtschaftlichkeitsberechnung einer Photovoltaikanlage und Möglichkeiten der Optimierung**

Autor:

**Robert Wagner**

Studiengang:

Wirtschaftsingenieurwesen

Seminargruppe:

KW09w2WA

Erstprüfer:

Prof. Dipl-Kfm. Dr. rer. pol. Andreas Hollidt

Zweitprüfer:

Prof. Dr. rer. oec. Johannes N. Stelling

Ilz, Oktober 2016

---

## **Bibliografische Angaben**

Wagner, Robert: Wirtschaftlichkeitsberechnung einer Photovoltaikanlage und Möglichkeiten der Optimierung

50 Seiten, 26 Abbildungen, 16 Tabellen, 13 Anhänge inklusive Verzeichnis, 1 Literaturverzeichnis

Hochschule Mittweida (FH), Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen

Diplomarbeit, 2016

## **Referat**

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Wirtschaftlichkeitsberechnung einer Photovoltaikanlage und Möglichkeiten der Optimierung. Das Hauptziel ist die wirtschaftliche Situation der Bestandsanlage festzustellen und zu analysieren ob die Wirtschaftlichkeit mit einem stationären Speicher, einer E-Tankstelle oder mittels Infrarotheizung verbessert werden kann.

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	I
Abbildungsverzeichnis .....	II
Tabellenverzeichnis .....	III
Abkürzungsverzeichnis .....	IV
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Ausgangsbasis.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Zielsetzung .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. Methodisches Vorgehen .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Wirtschaftlichkeitsberechnung einer Photovoltaikanlage und Möglichkeiten der Optimierung .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Grundlagen .....</b>	<b>3</b>
2.1.1. Einflussfaktoren für die Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen.....	3
2.1.2. Grundlagen Investitionskostenentscheidungsrechnung .....	7
2.1.3. Praxisanwendungen Investitionsrechnung für die PV Branche .....	14
<b>2.2. Analyse einer Photovoltaik Bestandsanlage und deren Wirtschaftlichkeit ..</b>	<b>15</b>
2.2.1. Technische Bestandsaufnahme .....	15
2.2.2. Berechnung der Amortisationszeit (ohne Zinsen und Steuereffekt).....	18
2.2.3. Berechnung der Stromgestehungskosten (ohne Zinsen ohne Steuereffekte)...	20
2.2.4. Genaue Berechnung der Amortisationszeit inklusive Berücksichtigung von Steuern, Finanzierungskosten und Kapitalzins.....	21
2.2.5. Auswirkungen bei Erhöhung von Eigenverbrauch.....	24
<b>2.3. Möglichkeiten zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit.....</b>	<b>26</b>
2.3.1. Stationärer Stromspeicher .....	26
2.3.2. E-Tankstelle (E – Mobility) .....	31
2.3.3. Heizung mittels Infrarotstrahler (Industriestrahler).....	39
2.3.4. Weitere Möglichkeiten.....	40
2.3.5. Amortisation und Empfehlung .....	41
<b>3. Schluss.....</b>	<b>49</b>
<b>Anhangsverzeichnis .....</b>	<b>51</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>72</b>
<b>Erklärung zur selbstständigen Anfertigung .....</b>	<b>77</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Energiebilanz 2015.....	1
Abbildung 2: Formel statische Amortisationsrechnung.....	10
Abbildung 3: Schematische Darstellung Kapitalwert- und Annuitätenmethode.....	12
Abbildung 4: Grafische Lösung eines internen Zinsfußes.....	13
Abbildung 5: kumulierter Cashflow (Praxisanwendungen).....	14
Abbildung 6: Foto PV Bestandsanlage.....	15
Abbildung 7: Fotoausschnitt der PV Module mit Verschmutzung (Prüfungsergebnis 2016).....	16
Abbildung 8: Technische Verschaltung und Ertragsprognosen der PV Bestandsanlage .	17
Abbildung 9: Jahresertrag (Monatswerte) der PV Bestandsanlage im Jahr 2015 .....	17
Abbildung 10: monatliche Erträge (Eigenverbrauch und Netzeinspeisung) in Euro im Jahr 2015 .....	18
Abbildung 11: grafischer kumulierter Cash Flow bei statischer Berechnung der PV Bestandsanlage .....	20
Abbildung 12: grafischer kumulierter Cash Flow bei dynamischer Berechnung.....	22
Abbildung 13: monatliche Erträge (Eigenverbrauch und Netzeinspeisung) in Euro + 15 % Eigenverbrauchserhöhung .....	24
Abbildung 14: grafischer kumulierter Cash Flow bei dynamischer Berechnung + 15 % Eigenverbrauchserhöhung .....	24
Abbildung 15: Beispiele stationäre Stromspeicher .....	26
Abbildung 16: Statistik Tagesverbrauch an einem durchschnittlichen Tag .....	29
Abbildung 17: Beispiel E-Tankstelle .....	31
Abbildung 18: E-Lade Technik (Vergleich Lade- und Fahrzeit) .....	34
Abbildung 19: Ladestation ABB DC 100 kW.....	37
Abbildung 20: Angebot E-Ladestation AC Mennekes Amtron 22 kW.....	38
Abbildung 21: Infrarot-Industriestrahler .....	39
Abbildung 22: Infrarot Wand- oder Deckenpaneel .....	39
Abbildung 23: Jahresertrag (Monatswerte) der PV Bestandsanlage im Jahr 2015 .....	42
Abbildung 24: Monatsertrag (Tageswerte) der PV Bestandsanlage im Jahr 2015.....	42
Abbildung 25: Angebot Batteriespeicher LG RESU 10 H .....	44
Abbildung 26: grafischer kumulierter Cash Flow bei dynamischer Berechnung + Invest Speicher und E-Tankstelle.....	47

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abzinsungsfaktor.....	11
Tabelle 2: Cash Flow 20 Jahre bei statischer Berechnung der PV Bestandsanlage.....	19
Tabelle 3: Gesamtkosten 20 Jahre.....	20
Tabelle 4: Deckungsbeitrag / kWh / Stromgestehungskosten.....	21
Tabelle 5: Cash Flow 20 Jahre bei dynamischer Berechnung .....	23
Tabelle 6: Cash Flow 20 Jahre bei dynamischer Berechnung + 15 % Eigenverbrauchserhöhung .....	25
Tabelle 7: Ausschnitt Datenblatt BMZ Energy Storage System 7.0 .....	28
Tabelle 8: Kosten Installation Batteriespeicher Tesvolt 120 kWh .....	30
Tabelle 9: Tarifsysteem E-Tankstelle - Betreiber Smatrics .....	35
Tabelle 10: Übersicht Tarifsysteem Smatrics – errechneter Preis für Ladungen in Euro / kWh .....	35
Tabelle 11: Förderübersicht E-Ladestationen der KPC .....	36
Tabelle 12: Kosten Kalkulation E-Ladestation DC 100 kW .....	37
Tabelle 13: Kosten Infrarot Industriestrahler.....	41
Tabelle 14: Mehrerlös Firma intern und Parken Süd .....	45
Tabelle 15: Mehrerlös eventueller Parkkunden (Einkaufszentrum).....	46
Tabelle 16: Cash Flow 20 Jahre bei dynamischer Berechnung + Invest Speicher und E- Tankstelle .....	48

## Abkürzungsverzeichnis

E-Auto(s)	Elektroauto(s)
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GWh	Gigawattstunde
KPC	Kommunalkredit Public Consulting GmbH
kW	Kilowatt
kWp	Kilowatt peak
kWh	Kilowattstunde
MWh	Megawattstunde
PV	Photovoltaik
PV Anlage(n)	Photovoltaikanlage(n)
usw.	und so weiter
p.a.	per anno

# 1. Einleitung

## 1.1. Ausgangsbasis

Die Ausgangsbasis ist eine bestehende Photovoltaikanlage mit einer Nennleistung von rund 100 kWp. Der Photovoltaikgenerator hat eine Modulneigung von 10° und ist mit einem Ost-West-Flachdachsystem auf einer Industriehalle im Wiener Raum installiert.

In der Halle befindet sich ein Großhandelsbetrieb, der im Jahr einen Verbrauch von rund 92.000 kWh hat. Wie in Bilanz unterhalb ersichtlich, können davon 39 % vom eigenen Sonnenstrom abgedeckt werden.

▼ Bilanz			
■ Jahresverbrauch	91,695 MWh	■ Jahresertrag	101,762 MWh
■ Netzbezug	55,806 MWh	■ Eigenverbrauch	35,889 MWh
■ Eigenversorgung	35,889 MWh	■ Netzeinspeisung	65,873 MWh
Autarkiequote	39 %	Eigenverbrauchsquote	35 %

Abbildung 1: Energiebilanz 2015

Es werden 35 % vom Strom, der von der Photovoltaikanlage (PV Anlage<sup>1</sup>) produziert wird, direkt im eigenen Betrieb verbraucht. Der verbleibende Überschussstrom wird am freien Markt, derzeit durchschnittlich um 4 Cent, verkauft. Bei der derzeitigen Marktsituation besteht die Gefahr, dass zukünftig nur mehr 3 Cent für den Überschuss zu erzielen sind. Die PV Anlage wurde bei der Installation einmalig mit 40 % Direktzuschuss gefördert und hat keinen gestützten Einspeisetarif.

## 1.2. Zielsetzung

In dieser Arbeit wird eine kurze Einführung in die Grundlagen der wirtschaftlichen Einflussfaktoren einer Photovoltaikanlage gegeben sowie Grundlagen der Investitionskostenentscheidungsrechnung werden behandelt.

---

<sup>1</sup> Die Abkürzung PV Anlage(n) für „Photovoltaikanlage(n)“ ist eine in der Fachwelt bekannte und wird auch in dieser Arbeit verwendet.



Des Weiteren wird die Photovoltaik Bestandsanlage wirtschaftlich unter die Lupe genommen, die Stromgestehungskosten berechnet und Auswirkungen einer Eigenverbrauchssteigerung analysiert.

Weiters werden Möglichkeiten für die Erhöhung der wirtschaftlichen Situation geprüft, analysiert und die damit verbundenen finanziellen Auswirkungen berechnet.

Als Abschluss der Arbeit soll eine Empfehlung gemacht werden, die in Verbindung mit der gesamten wirtschaftlichen Situation betrachtet wird.

### **1.3. Methodisches Vorgehen**

Unter Punkt 2.1. werden wirtschaftliche Einflussfaktoren von Photovoltaikanlagen erklärt, anschließend Grundlagen der Investitionskostenentscheidungsrechnung aufgezeigt und zum Schluss Praxisanwendungen in der Photovoltaikbranche angeführt.

Weiters werden unter Punkt 2.2. eine technische sowie eine wirtschaftliche Bestandsaufnahme der Photovoltaikanlage durchgeführt sowie eine genaue Berechnung der Stromgestehungskosten gemacht und die Auswirkungen einer Eigenverbrauchserhöhung untersucht.

In Punkt 2.3. werden die Möglichkeiten in Verbindung mit

- einem stationären Stromspeicher,
- dem Betrieb einer E-Tankstelle (E-Mobility),
- einer Heizung mit Infrarot und
- weitere Möglichkeiten

genau geprüft sowie die wirtschaftlichen Auswirkungen der vorliegenden Situation analysiert. Eine Empfehlung für die weitere Vorgehensweise wird abgegeben.

## 2. Wirtschaftlichkeitsberechnung einer Photovoltaikanlage und Möglichkeiten der Optimierung

### 2.1. Grundlagen

#### 2.1.1. Einflussfaktoren für die Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen

##### Planung

Die Planung von Photovoltaikanlagen ist ein sehr relevantes Thema und damit verbunden sind auch einige Kosten. Vor allem bei größeren Anlagen sind folgende Punkte relevant:

##### Bauverhandlung

Dazu gibt es in Österreich in jedem Bundesland gesonderte Regelungen. In der Steiermark gilt:

„Photovoltaikanlagen sind gemäß § 21 Abs. 2 Z. 6 Stmk. BauG 1995 idF. LGBl. Nr. 13/2011 bis zu einer Kollektorfläche von 100 m<sup>2</sup> baubewilligungsfrei. Anlagen mit einer Kollektorfläche von über 100 m<sup>2</sup> sind gem. § 19 Z. 1 BauG baubewilligungspflichtig.“<sup>2</sup>

Die Gebäudestatik ist im Rahmen der Unterlagen für die Bauverhandlung oftmals nachzuweisen. Es ist zu beachten, dass es seit 2006 eine neue Norm für die auftretenden Schneelasten gibt. „Im Wesentlichen wurden zum Beispiel in der Steiermark diese Lasten um circa 70 % erhöht, dies ergibt für den Raum Fürstenfeld circa 165 kg/m<sup>2</sup>.“<sup>3</sup>

Vor allem bei sehr flachen Dächern, die älter als 2006 sind, kann dies des Öfteren ein Problem sein beziehungsweise ist es nicht möglich das die bestehende Trag-

---

<sup>2</sup> Vgl. Land Steiermark: Stmk. Baugesetz – PV Anlagen auf Gebäuden [Online] [http://www.technik.steiermark.at/cms/dokumente/11507908\\_58813874/8314da2b/FAQ-Stmk%20BauG%20-%20Photovoltaikanlagen%20auf%20Geb%C3%A4uden%20%C2%A721%20Abs%202%20Z6.pdf](http://www.technik.steiermark.at/cms/dokumente/11507908_58813874/8314da2b/FAQ-Stmk%20BauG%20-%20Photovoltaikanlagen%20auf%20Geb%C3%A4uden%20%C2%A721%20Abs%202%20Z6.pdf) (verfügbar Oktober 2016).

<sup>3</sup> Vgl. GAT - Verein zur Förderung steirischer Architektur im Internet: Artikel „Alle Dächer müssen mehr Schnee aushalten“ [Online] <http://www.gat.st/news/alle-daecher-muessen-mehr-schnee-aushalten> (verfügbar Oktober 2016).

werkskonstruktion die zusätzlichen Schneelasten (laut Normänderung) und zusätzlich noch das Gewicht der Photovoltaikanlage übernehmen kann.

### Vorbereitung Belegpläne inklusive Stringpläne

Das Erstellen der Belegpläne und der dazugehörigen Stringaufteilungen und Verschaltung mit dem Wechselrichter muss sehr gewissenhaft durchdacht sein, da daraus der Wirkungsgrad der Photovoltaikanlage resultiert und das kann einige Prozent im Ertrag ausmachen.

### EVU Zuleitung (Trafoabgang)

Die Zuleitung des Energieversorgungsunternehmens (EVU<sup>4</sup>) kann ein sehr kostenintensiver Investitionspunkt sein. Entweder gibt es bei dem Bestandsobjekt bereits eine bestehende Zuleitung oder die Trafostation ist ausreichend groß und in unmittelbarer Nähe. Wenn diese Voraussetzungen nicht gegeben sind, dann ist die geplante Installation einer Photovoltaikanlage aus wirtschaftlichen Gründen oftmals nicht empfehlenswert.

## **Investitionskosten**

Bei den Investitionskosten von Photovoltaikanlagen gibt es große Unterschiede in Hinblick auf Preis und Qualität. Daher ist es wichtig beim Kauf auf die Qualität der Komponenten der Module und Wechselrichter zu achten. Beispielsweise kostet ein chinesischer Billigwechselrichter die Hälfte im Vergleich zu einem deutschen Markenprodukt. Es ist sehr wichtig, dass man Garantieleistungen, Ersatzteilverfügbarkeit, und so weiter (usw.<sup>5</sup>) genau unter die Lupe nimmt, da die Lebensdauer von Photovoltaikanlagen generell bei circa 30 Jahren liegt und in dieser Zeit Strom produziert werden soll.

## **Investkostenzuschüsse und sonstige Förderungen**

Einer der wesentlichsten Aspekte, damit eine Photovoltaikanlage wirtschaftlich betrieben werden kann, sind derzeit immer noch die Förderungen. In Österreich ist für größere Photovoltaikanlagen, das heißt größer als 5 kWp, derzeit die Öko-

---

<sup>4</sup> Die Abkürzung EVU für „Energieversorgungsunternehmen“ ist in der Regel bekannt und wird auch in dieser Arbeit verwendet.

<sup>5</sup> Die Abkürzung usw. für „und so weiter“ ist in der Regel bekannt und wird auch in dieser Arbeit verwendet.

stromtarifförderung der OeMAG Abwicklungsstelle für Ökostrom AG am lukrativsten. Aktuell bekommt man einen Investitionszuschuss in Höhe von 375 Euro pro installiertem kWp, das ist circa 35 % der Anschaffungskosten und zusätzlich einen gestützten Einspeisetarif in Höhe von 8,24 Cent für 13 Jahre. Die dafür notwendige Förderantragstellung ist jeweils Anfang des Jahres fällig und aufgrund der großen Nachfrage war bisher das zur Verfügung stehende Budget sehr schnell ausgeschöpft. Die Antragstellung ist in mehrere Schritte gegliedert und ist relativ aufwändig. Daher ist auch hier eine gute Datenaufbereitung sehr hilfreich.

Des Weiteren gibt es für Privatpersonen speziell für kleinere PV Anlagen auch bis zu 5 kWp, je nach Bundesland unterschiedlich, Direktzuschüsse seitens Gemeinde, Bund beziehungsweise Land.

### **Standortbedingungen**

Die Standortbedingungen widerspiegeln den Ertrag. Es kommt daher sehr auf den Standort der Photovoltaikanlage an.

Bezogen auf den Gesamtjahresertrag ist die Ausrichtung mit 30° in Richtung Süden ein Optimum. Allerdings kann auch eine 15° Ost-West-Ausrichtung für den Eigenverbrauch sehr interessant sein. Um für eine geplante Photovoltaikanlage die beste Ausrichtung zu bestimmen, ist es notwendig einige Aspekte wie beispielsweise Eigenstromverbrauch, Gegebenheiten des Anbringungsortes (Ausrichtung und Neigung der Dachfläche), Statik der Dachfläche, mögliche Verschattungen, usw. zu berücksichtigen. Weiters sollte die Selbstreinigung der Module gegeben sein. Beeinträchtigungen können auch durch Staubbelastungen von einer in der Nähe gelegenen Schottergrube, einer stark befahrenen Autostraße sowie Agrarstaub (zum Beispiel Hühnerstall) hervorgerufen werden.

### **Finanzierungskosten**

Bei der Finanzierung von Photovoltaikanlagen gibt es in der Regel keine Besonderheiten. Zumeist werden solche Anlagen mit Rücklagen auf einen Zeitraum von 10 bis maximal 15 Jahren ausfinanziert.

### **Betriebskosten**

Bei der Planung einer PV Anlage sind auch einige Betriebskosten zu berücksichtigen.

Das Risiko von Hagel, Sturm und Blitzschlag ist gegeben und sollte daher unbedingt versichert werden. Die dafür anfallende zusätzliche Versicherungsprämie ist jedoch relativ gering (circa 0,3 – 0,5 % vom Anschaffungswert).

Reinigungskosten hängen stark vom Standort der Anlage und der Modulneigung ab. Im Falle, dass die Photovoltaikanlage keinen besonderen Staubbelastungen ausgesetzt ist und die Modulneigung mindestens 15° aufweist, ist eine Reinigung der Glasfläche der Module nur alle 5 bis 8 Jahre notwendig.

Seitens des EVU fallen Betriebskosten wie Zählermiete und Netzkosten in einer nicht zu unterschätzenden Höhe an. Beispielsweise beträgt die Zählermiete für eine bis zu 50 kWp Photovoltaikanlage circa 70 Euro jährlich. Für größere Anlagen wird bereits eine Wandlerrmessung benötigt und dafür sind jährliche Kosten in Höhe von circa 600 – 700 Euro einzukalkulieren.

Vor allem bei Freiflächenanlagen sollte man unbedingt die Installation einer Überwachungseinrichtung gegen Diebstahl mit planen. Dazu gibt es bereits den einen oder anderen Erfahrungsbericht bei großen Freiflächenparks im Ausland. Sollte ein Investment dieser Art angestrebt werden, ist es empfehlenswert sich mit der Materie genauer auseinander zu setzen.

### **Eigenverbrauchsquote**

Dies ist einer der wesentlichsten Punkte der Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit einer PV Anlage hat. Kurz erklärt: Je mehr Strom man selbst verbrauchen kann, desto rentabler wird die Photovoltaikanlage. Kurzes Beispiel zur Darstellung: Setzt man beispielsweise anstatt von 8,24 Cent 16,48 Cent für den Eigenverbrauch an und das auf 50 % des Ertrages der Anlage, dann rentiert sich die Anlage um 25 % schneller.

### **„soft facts“<sup>6</sup> – weiche Einflussfaktoren**

In der Photovoltaik (PV<sup>7</sup>) Branche zählt man dazu das Image (grüner Strom, das heißt nachhaltig, vorausschauend, der Umwelt zuliebe) und den Gedanken an (teilweise) Energieautarkie. „Energieautarkie bezeichnet Konzepte, bei denen Energieverbraucher lokal verfügbare Energieträger und -quellen nutzen und so

---

<sup>6</sup> Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon: „soft-facts“ [Online] <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/569792/harte-und-weiche-faktoren-v8.html> (verfügbar September 2016).

<sup>7</sup> Die Abkürzung PV für „Photovoltaik“ ist eine in der Fachwelt bekannte und wird auch in dieser Arbeit verwendet.

nicht von externen Energielieferungen abhängig sind.“<sup>8</sup> Diese weichen Einflussfaktoren lassen sich für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit meist nicht oder nur sehr schwierig in Euro beziffern, sind jedoch positive Argumente in der Entscheidungsgrundlage.

### 2.1.2. Grundlagen Investitionskostenentscheidungsrechnung

Eine Investitionsentscheidung zu treffen ist nicht einfach. Die Entscheidung sollte unter Berücksichtigung der gegebenen finanziellen Lage, persönlicher Präferenzen, unter gewissem Erfolgsdruck, usw. getroffen werden. Deshalb gibt es verschiedene Investitionsrechenverfahren um die Entscheidungsfindung zu erleichtern.

„Zu den klassischen statischen Investitionsrechenverfahren gehören:

- Kostenvergleichsrechnung
- Gewinnvergleichsrechnung
- Rentabilitätsvergleichsrechnung
- Amortisationszeitvergleichsrechnung

Zu den dynamischen Investitionsrechenverfahren zählen:

- Kapitalbarwertmethode
- Annuitäten Methode
- Interne Zinsfußmethode“<sup>9</sup>
- Dynamische Amortisationszeitvergleichsrechnung

### Statische Investitionsrechnung

#### Kostenvergleichsrechnung

Bei der Kostenvergleichsrechnung werden bei den Kalkulationen ausschließlich Kosten berechnet und verglichen, die Erträge und Erlöse werden bei der Kostenvergleichsrechnung nicht berücksichtigt. Eine typische Anwendung für diese Vergleichsrechnung ist die Ersatz- oder Rationalisierungsinvestition.

---

<sup>8</sup> Vgl. Wikipedia: Energieautarkie [Online]  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Energieautarkie> (verfügbar Oktober 2016).

<sup>9</sup> Vgl. Prof. Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung [Online]  
[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_Ein.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_Ein.pdf) (verfügbar Oktober 2016).

Wichtig bei der Kostenvergleichsrechnung ist, dass mit kalkulatorischen Abschreibungen gerechnet wird und nicht im Sinne der Finanzbuchhaltung.

Vergleicht man beispielsweise 2 Maschinen miteinander, könnte sein, dass die Maschine Nummer 1 um 30 % teurer ist, jedoch eine um 50 % längere Lebensdauer erwartungsgemäß hat.

Die Abschreibung wird mit folgender Formel ermittelt:

$$\text{Abschreibung pro Einheit/Periode} = \frac{\text{Anschaffungskosten} - \text{Restwert}}{\text{Anzahl der Einheiten/Periode}}$$

Die kalkulatorischen Zinsen werden mit folgender Formel ermittelt:

$$\text{Kalkulatorische Zinsen} = \frac{\text{Anschaffungswert} - \text{Restwert}}{2} \times \text{Zinssatz}$$

Bei der Kostenvergleichsrechnung können Gesamtkosten, Stückkosten oder Kosten pro Periode ermittelt werden. Wichtig ist auch immer als Grundlage für die Entscheidung zwischen A und B die kritische Menge (Auslastung)<sup>10</sup> zu berechnen.

Der Vorteil der Kostenvergleichsrechnung ist, dass die Umsetzung relativ leicht bewerkstelligt werden kann. Es gibt jedoch auch einige Nachteile und dazu gehören unter anderem:

- Fehlende finanzmathematische Basis (Abzinsungsfaktor).<sup>11</sup>
- Nichtberücksichtigung der Erträge.
- Kurzfristigkeit des Kostenvergleiches.

---

<sup>10</sup> Vgl. Prof. Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung – Kostenvergleichsrechnung [Online]

[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_KVR.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_KVR.pdf) (verfügbar Oktober 2016).

<sup>11</sup> Vgl. Wirtschaftslexikon24.com: Kostenvergleichsrechnung [Online]

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/kostenvergleichsrechnung/kostenvergleichsrechnung.htm> (verfügbar Oktober 2016).

### Gewinnvergleichsrechnung

Bei der Gewinnvergleichsrechnung wird im Allgemeinen die Differenz zwischen Erträgen und Kosten von mindestens zwei verschiedenen Investitionsmöglichkeiten verstanden.<sup>12</sup> Im Großen und Ganzen ist die Gewinnvergleichsrechnung ähnlich wie die Kostenvergleichsrechnung mit einer zusätzlichen Miteinbeziehung der Erlöse. Diese Berechnungsmethode wird vor allem bei größeren zusammenhängenden Produktionsbereichen angewandt, wo auch der Erlös klar definierbar ist.

Beispiel: Beim Vergleich von zwei Hebebühnen, die im Betrieb benötigt werden, lässt sich der dazugehörige Erlös nicht (sehr schwierig) ermitteln.

Zu den Nachteilen der Gewinnvergleichsrechnung zählen:

- Fehlende finanzmathematische Basis (Abzinsungsfaktor).<sup>13</sup>
- Kurzfristigkeit des Gewinnvergleiches.<sup>14</sup>
- Erträge können meist nicht direkt zugerechnet werden.

### Rentabilitätsvergleichsrechnung

Das Ziel der Rentabilitätsvergleichsrechnung ist die durchschnittliche Verzinsung des eingesetzten Kapitals von Investitionsobjekten zu ermitteln.<sup>15</sup> Bei dieser Berechnung wird durchschnittliche Verzinsung des gebunden Kapitals wie folgt ermittelt:

$$\text{Rentabilität} = \frac{\text{Gewinn}}{\text{Kapitaleinsatz}} \times 100$$

Es ist wichtig, den Gewinn mit oder ohne Zinsen beziehungsweise kalkulatorischen Zinsen zu berechnen. Berechnet man von einem geplanten Investitionsvor-

<sup>12</sup> Vgl. Prof. Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung – Gewinnvergleichsrechnung [Online]

[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_GVR.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_GVR.pdf) (verfügbar Oktober 2016).

<sup>13</sup> Vgl. Wirtschaftslexikon24.com: Gewinnvergleichsrechnung [Online]

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/gewinnvergleichsrechnung/gewinnvergleichsrechnung.htm>

(verfügbar Oktober 2016).

<sup>14</sup> Vgl. Prof. Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung – Gewinnvergleichsrechnung [Online]

[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_GVR.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_GVR.pdf) (verfügbar Oktober 2016).

<sup>15</sup> Vgl. Prof. Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung – Rentabilitätsvergleichsrechnung [Online]

[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_RVR.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_RVR.pdf) (verfügbar Oktober 2016).



haben die Rentabilität, dann muss man bei der vorherigen Formel den Gewinn um den Faktor kalkulatorische Zinsen (addieren) ergänzen.

### Amortisationszeitvergleichsrechnung

Die Amortisationsrechnung wird in der Literatur auch oft als Kapitalrückflussrechnung, Pay-Off-Methode oder als Pay-Back-Methode erwähnt.<sup>16</sup> Das Ziel der Amortisationsrechnung ist die Ermittlung des Zeitraumes in dem die Investitionskosten wieder vollständig zurückgeflossen sind.

Im Folgenden die dazugehörige Formel:

Durchschnittsmethode (statische Amortisationsrechnung):

$$t = \frac{\text{Anschaffungsausgabe}}{\text{durchschnittlicher Rückfluss pro Jahr}} = \frac{KE - RW}{GnZ + AfA}$$

wobei:

- $KE$ : Kapitaleinsatz = Anschaffungskosten + Anschaffungsnebenkosten (Investition)
- $RW$ : Restwert oder Liquidationserlös am Ende der gewöhnlichen Nutzungsdauer (soweit vorhanden)
- $GnZ$ : jährlicher Gewinn nach Zins = jährlicher Gewinn vor Zins + kalkulatorische Zinsen
- $AfA$ : jährlicher Abschreibungsbetrag
- $t$ : Amortisationszeit (in Jahren)

Abbildung 2: Formel statische Amortisationsrechnung<sup>17</sup>

Das Ziel ist es eine möglichst schnelle beziehungsweise kurze Amortisationszeit zu erreichen. Wichtig dabei ist jedoch, die zu erwartende Nutzungsdauer nicht zu überschreiten. Des Weiteren sollte die Amortisationszeit keine Einflusskraft auf die Entscheidung zwischen 2 verschiedenen Investments haben, da üblicherweise das Investment mit der kürzeren Nutzungsdauer auch eine kürzere Amortisationszeit hat.

<sup>16</sup> Vgl. Prof. Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung – Amortisationsvergleichsrechnung [Online]  
[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_AMZ.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_AMZ.pdf) (verfügbar Oktober 2016).

<sup>17</sup> Vgl. Wikipedia: Amortisationsrechnung [Online]  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Amortisationsrechnung> (verfügbar September 2016).

## Dynamische Investitionsrechnung

### Kapitalbarwertmethode

Die Kapitalbarwertmethode ist eine dynamische Investitionsentscheidungsrechnung.<sup>18</sup> Gemäß dieser Methode ist eine Investition dann von Vorteil, wenn die Rückflüsse aus der Investition die Anschaffungskosten, unter der Berücksichtigung des Barwertes, übersteigen.

Berechnung des Barwertes:

Barwert = *Zeitwert* × Abzinsungsfaktor

<b>Jahr</b>	<b>5%</b>	<b>6%</b>	<b>7%</b>	<b>8%</b>
<b>1</b>	0,952381	0,943396	0,934579	0,925926
<b>2</b>	0,907029	0,889996	0,873439	0,857339
<b>3</b>	0,863838	0,839619	0,816298	0,793832
<b>4</b>	0,822702	0,792094	0,762895	0,735030
<b>5</b>	0,783526	0,747258	0,712986	0,680583
<b>6</b>	0,746215	0,704961	0,666342	0,630170
<b>7</b>	0,710681	0,665057	0,622750	0,583490
<b>8</b>	0,676839	0,627412	0,582009	0,540269
<b>9</b>	0,644609	0,591898	0,543934	0,500249
<b>10</b>	0,613913	0,558395	0,508349	0,463193

Tabelle 1: Abzinsungsfaktor<sup>19</sup>

Ein Kapitalbarwert von Null würde bedeuten, dass die Ausgaben und die erwartete Verzinsung abgedeckt sind. Alles was auf die positive Seite fällt, ist ein Investitionsgewinn in Höhe eines positiven Kapitalbarwertes. Der größte Vorteil dieser Berechnung ist, dass der Zeitpunkt und die Größe aller Kosten und Erträge genau berücksichtigt werden. Bei Großunternehmen ist diese Art der Kalkulation eine der beliebtesten.

<sup>18</sup> Vgl. Prof. Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung – Kapitalbarwertmethode [Online]  
[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_KBM.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_KBM.pdf) (verfügbar September 2016).

<sup>19</sup> Vgl. Dr. Lenk: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre [Online]  
[https://www.fbi.h-da.de/fileadmin/personal/m.lenk/GrundlagenBWL/Grundlagen\\_der\\_BWL\\_Script7.pdf](https://www.fbi.h-da.de/fileadmin/personal/m.lenk/GrundlagenBWL/Grundlagen_der_BWL_Script7.pdf) (verfügbar Oktober 2016).

### Annuitäten Methode

Die Investitionsentscheidungsrechnung ist ähnlich der Kapitalbarwertmethode. Folgender Zusammenhang besteht:

- Die Kapitalwertmethode zeigt den Totalerfolg.
- Die Annuitäten Methode zeigt den Periodenerfolg.<sup>20</sup>

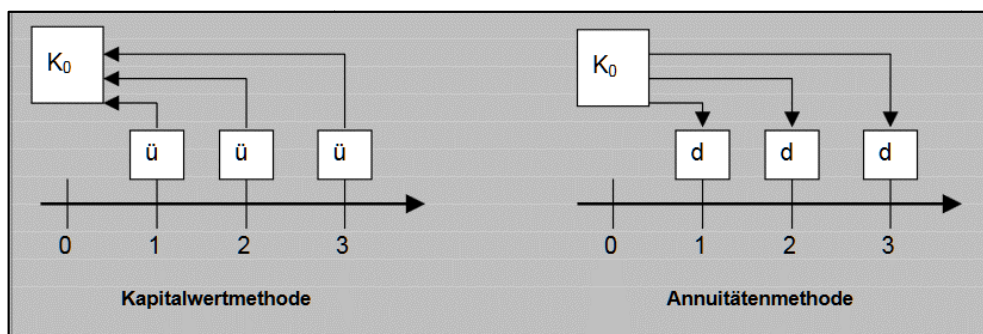


Abbildung 3: Schematische Darstellung Kapitalwert- und Annuitätenmethode<sup>21</sup>

Im Wesentlichen wird die Investition auf mehrere Zahlungen in gleichmäßigen Abständen aufgeteilt (auf die Nutzungsdauer) und je Periode der dazugehörige Erlös berücksichtigt. Für das Ergebnis gelten die gleichen Prämissen wie für die Kapitalwertmethode. Null ist in Ordnung, je höher das Ergebnis jedoch ist desto besser.

### Interne Zinsfußmethode

„Der interne Zinsfuß bezeichnet den Zinssatz, der beim Abzinsen der Überschüsse zu einem Kapitalwert von Null führt. Eine Investition ist immer dann vorteilhaft, wenn der interne Zinsfuß über der geforderten Mindestverzinsung liegt.“<sup>22</sup>

<sup>20</sup> Vgl. Prof. Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung – Annuitäten Methode [Online]

[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_ANM.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_ANM.pdf) (verfügbar Oktober 2016).

<sup>21</sup> Vgl. N. Böing: Annuitätenmethode [Online]

<https://www.zum.de/Faecher/kurse/boeing/udb/ffin/Annuitaetenmethode.pdf> (verfügbar Oktober 2016).

<sup>22</sup> Vgl. Controlling-Portal.de: Interne Zinsfuß-Methode [Online]

<http://www.controllingportal.de/Fachinfo/Investitionsrechnung/Interne-Zinsfuss-Methode.html> (verfügbar Oktober 2016).

Die einfachste Variante dies zu berechnen ist die Verwendung der Kapitalbarwertmethode mit 2 verschiedenen geschätzten Zinssätzen (wenn möglich einer über und einer unter dem Erwartungswert). Mit den resultierenden Ergebnissen kann über ein Interpolationsverfahren der interne Zinssatz ermittelt werden oder auch anhand einer Grafik, Beispiel siehe unten angeführt:

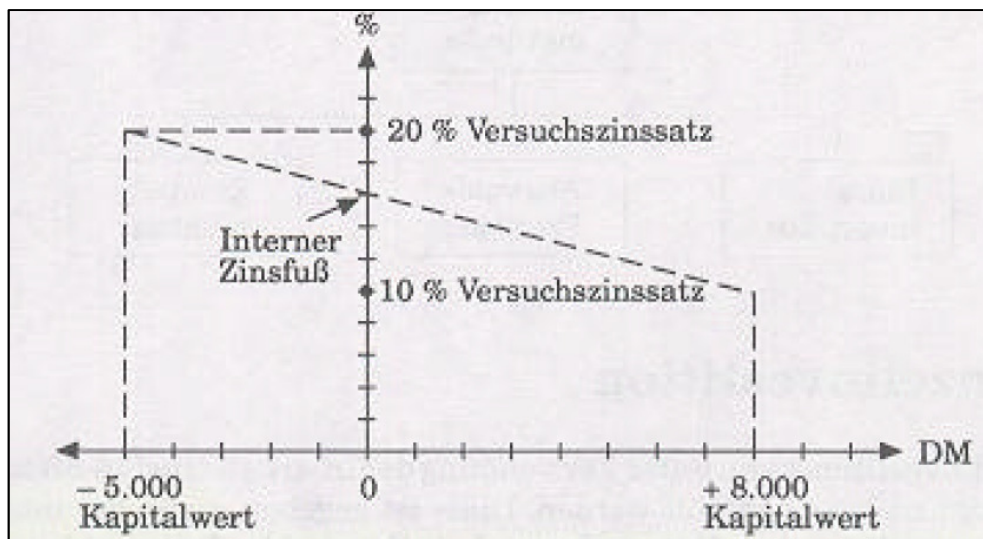


Abbildung 4: Grafische Lösung eines internen Zinsfußes<sup>23</sup>

Diese Methode ist eine der gebräuchlichsten Anwendungen in größeren Firmen.

### Dynamische Amortisationszeitvergleichsrechnung

Die dynamische Amortisationsvergleichsrechnung ist gleich wie die statische nur mit dem Unterschied, dass die zukünftigen Kosten und Erlöse dem Abzinsungsfaktor unterliegen.

Somit ist die dynamische Amortisationszeit um die zusätzlich entstandenen Zinsen länger als bei der statischen Amortisationszeit.

<sup>23</sup> Vgl. Prof. Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung – Interne Zinsfußmethode [Online]  
[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_IINT.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_IINT.pdf) (verfügbar Oktober 2016).

### 2.1.3. Praxisanwendungen Investitionsrechnung für die PV Branche

In der Photovoltaikbranche, wo Kunden zum Großteil Privatkunden und kleine bis mittlere Gewerbebetriebe sind, ist fast ausschließlich die statische Amortisationszeitrechnung relevant.

Beziehungsweise: „Wie viele Jahre dauert es bis ich mein Geld wieder habe? → Bis zum roten Punkt.“

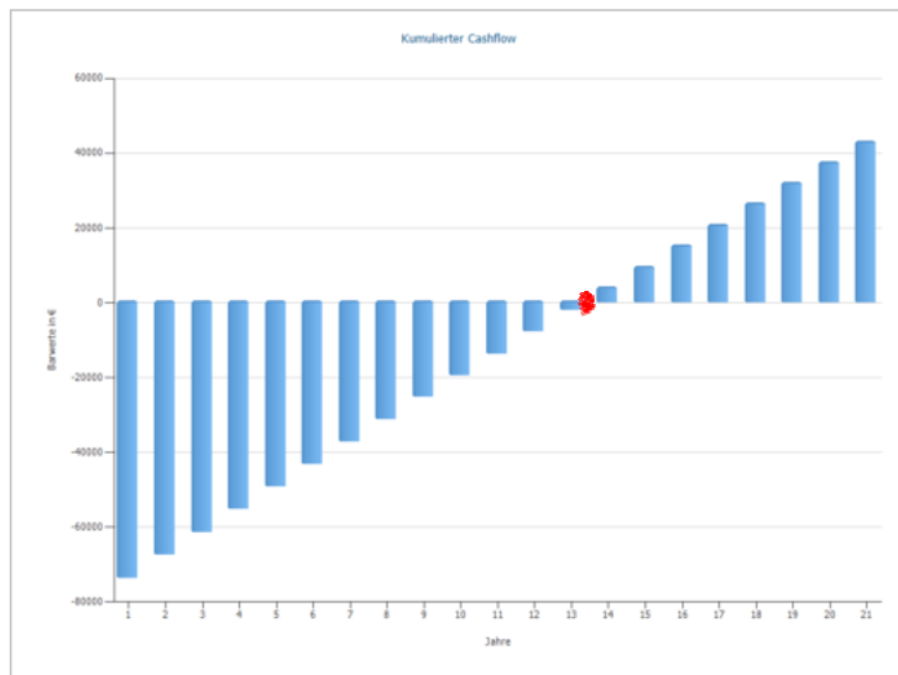


Abbildung 5: kumulierter Cashflow (Praxisanwendungen)

Für Kunden mit gehobener wirtschaftlicher Kenntnis wird meist eine dynamische Amortisationszeitrechnung unter zusätzlicher Berücksichtigung von Steuer- und Fremdkapital Effekten berücksichtigt (siehe auch Punkt 2.2.4).

## 2.2. Analyse einer Photovoltaik Bestandsanlage und deren Wirtschaftlichkeit



Abbildung 6: Foto PV Bestandsanlage

### 2.2.1. Technische Bestandsaufnahme

Die PV Bestandsanlage wurde 2014 errichtet und ist derzeit über 2 Jahre in Betrieb. Aufgrund der geringen Resttragfähigkeit der bestehenden Hallendachkonstruktion wurde eine Ost-West Aufständering mit 10° Modulneigung mit einem Montagematerial der Firma Schletter gewählt.

Module: Yingli Solar YL255P-29b<sup>24</sup>

Wechselrichter: REFUsol 017K<sup>25</sup>

Unterkonstruktion: Schletter AluGrid 100+<sup>26</sup>

---

<sup>24</sup> Datenblatt dazu siehe Anhang 1.

<sup>25</sup> Datenblatt dazu siehe Anhang 2.

<sup>26</sup> Details dazu siehe Anhang 3.





Abbildung 7: Fotoausschnitt der PV Module mit Verschmutzung (Prüfungsergebnis 2016)

Das Prüfungsergebnis der Elektrik der PV Anlage im Jahr 2016 war in Ordnung. In Abbildung 7 ist eine Verschmutzung an der Unterkante, vor allem an der linken Seite, ersichtlich. Der Grad der Verschmutzung ist aufgrund der Lage des Industriegeländes an einer sehr befahrenen Straße sowie der Modulneigung von  $10^\circ$  als normal einzustufen. Eine Reinigung wird innerhalb der nächsten 1 – 2 Jahre empfohlen beziehungsweise sollte der Verschmutzungsgrad der PV Module im Auge behalten werden.

In Abbildung 8 sind die wichtigsten Angaben zur PV Anlage ersichtlich: Generatorleistung, Fläche, Ausrichtung und Verschaltung mit dem Wechselrichter sowie der prognostizierte Jahresertrag in Höhe von 97.233 kWh. Vergleicht man diesen berechneten Ertrag mit Abbildung 9 in der ein erzeugter Jahresertrag 2015 von 101.762 kWh Strom ersichtlich ist, dann stellt man fest, dass die PV Anlage gute Erträge bringt und die Verschmutzung der Module keine Beeinträchtigung im Ertrag bringt.

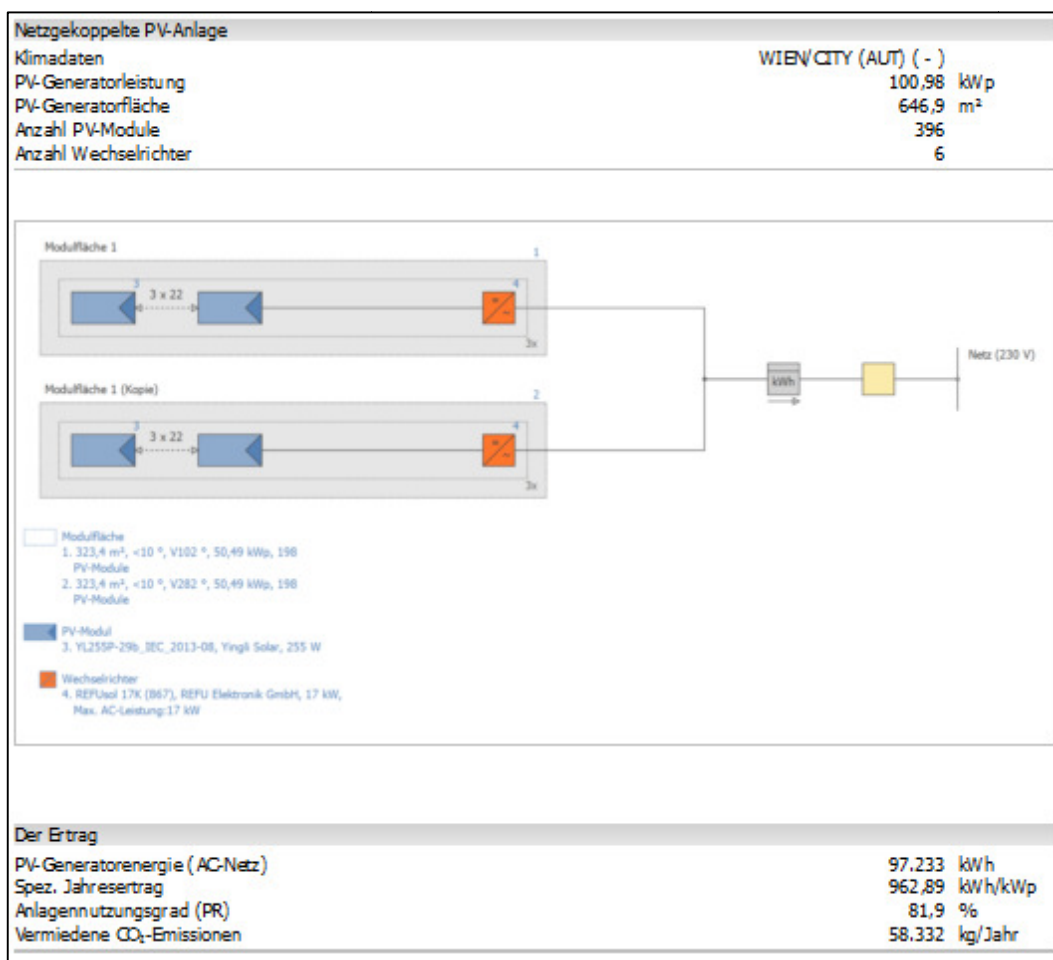


Abbildung 8: Technische Verschaltung und Ertragsprognosen der PV Bestandsanlage

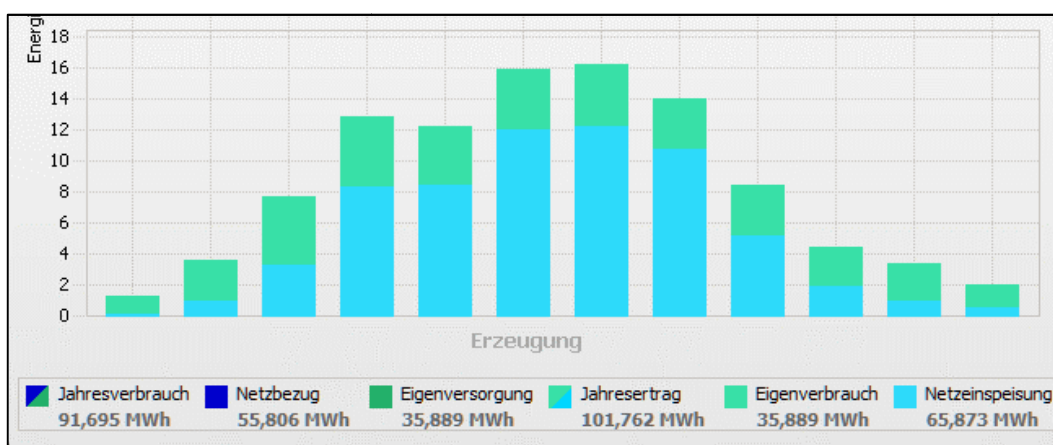


Abbildung 9: Jahresertrag (Monatswerte) der PV Bestandsanlage im Jahr 2015



### 2.2.2. Berechnung der Amortisationszeit (ohne Zinsen und Steuereffekt)

Für die Berechnung der Amortisationszeit werden folgende Angaben benötigt:

- Anschaffungskosten 133.000 Euro
- Einmalige Investitionsförderung 53.000 Euro
- Angenommene Versicherungskosten 500 Euro / p.a.
- Angenommene Betriebskosten 500 Euro / p.a.
- Angenommene sonstige Kosten 100 Euro / p.a.
- Stromtarif für Einspeisung 40 Euro / MWh
- Kalkulierter Tarif für Eigenversorgung 130 Euro / MWh

Zu Beginn wird eine Übersicht erstellt, wo von Abbildung 9 die Werte von 2015 entnommen werden und für jeden Monat der Ertrag des Eigenverbrauches und der Netzeinspeisung in Euro ersichtlich ist.

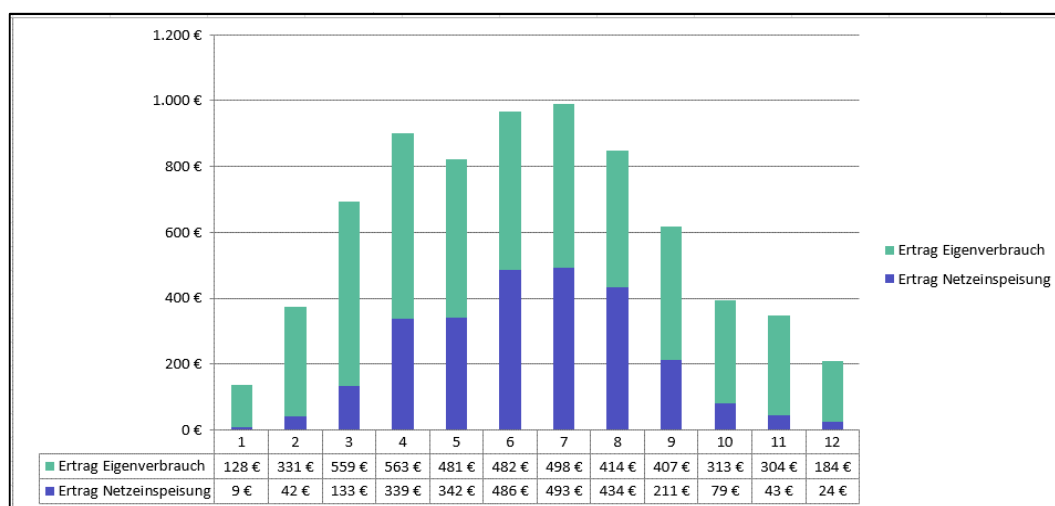


Abbildung 10: monatliche Erträge (Eigenverbrauch und Netzeinspeisung) in Euro im Jahr 2015

Dies ergibt einen kalkulierten Erlös für den Eigenverbrauch in Höhe von 4.666 Euro und einen Erlös vom Überschussstrom in Höhe von 2.635 Euro und weiters einen Gesamterlös von 7.301 Euro für das Jahr 2015.

In der nachfolgenden Tabelle 2 ist für insgesamt 20 Jahre ersichtlich wie sich der kumulierte Cashflow entwickelt. Es wird angenommen, dass die Moduldegradation auf 90 % der Leistung in 20 Jahren sinkt und die Betriebs- und Verbrauchskosten (Versicherungskosten) konstant bleiben.

Cashflow Tabelle					
	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
Investitionen	-133.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Betriebskosten	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €
Verbrauchsdaten	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €
Sonstige Kosten	-100,00 €	-100,00 €	-100,00 €	-100,00 €	-100,00 €
Förderungen	53.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	7.305,42 €	7.268,81 €	7.232,21 €	7.195,60 €	7.158,99 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>-73.794,58 €</b>	<b>6.168,81 €</b>	<b>6.132,21 €</b>	<b>6.095,60 €</b>	<b>6.058,99 €</b>
Kumulierter Cashflow	-73.794,58 €	-67.625,76 €	-61.493,56 €	-55.397,96 €	-49.338,97 €
	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Betriebskosten	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €
Verbrauchsdaten	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €
Sonstige Kosten	-100,00 €	-100,00 €	-100,00 €	-100,00 €	-100,00 €
Förderungen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	7.122,38 €	7.085,77 €	7.049,17 €	7.012,56 €	6.975,95 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>6.022,38 €</b>	<b>5.985,77 €</b>	<b>5.949,17 €</b>	<b>5.912,56 €</b>	<b>5.875,95 €</b>
Kumulierter Cashflow	-43.316,58 €	-37.330,81 €	-31.381,64 €	-25.469,09 €	-19.593,14 €
	Jahr 11	Jahr 12	Jahr 13	Jahr 14	Jahr 15
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Betriebskosten	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €
Verbrauchsdaten	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €
Sonstige Kosten	-100,00 €	-100,00 €	-100,00 €	-100,00 €	-100,00 €
Förderungen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	6.939,34 €	6.902,73 €	6.866,13 €	6.829,52 €	6.792,91 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>5.839,34 €</b>	<b>5.802,73 €</b>	<b>5.766,13 €</b>	<b>5.729,52 €</b>	<b>5.692,91 €</b>
Kumulierter Cashflow	-13.753,80 €	-7.951,06 €	-2.184,94 €	3.544,58 €	9.237,49 €
	Jahr 16	Jahr 17	Jahr 18	Jahr 19	Jahr 20
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Betriebskosten	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €
Verbrauchsdaten	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €	-500,00 €
Sonstige Kosten	-100,00 €	-100,00 €	-100,00 €	-100,00 €	-100,00 €
Förderungen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	6.756,30 €	6.719,69 €	6.683,08 €	6.646,48 €	6.609,87 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>5.656,30 €</b>	<b>5.619,69 €</b>	<b>5.583,08 €</b>	<b>5.546,48 €</b>	<b>5.509,87 €</b>
Kumulierter Cashflow	14.893,79 €	20.513,48 €	26.096,57 €	31.643,05 €	37.152,91 €

Tabelle 2: Cash Flow 20 Jahre bei statischer Berechnung der PV Bestandsanlage

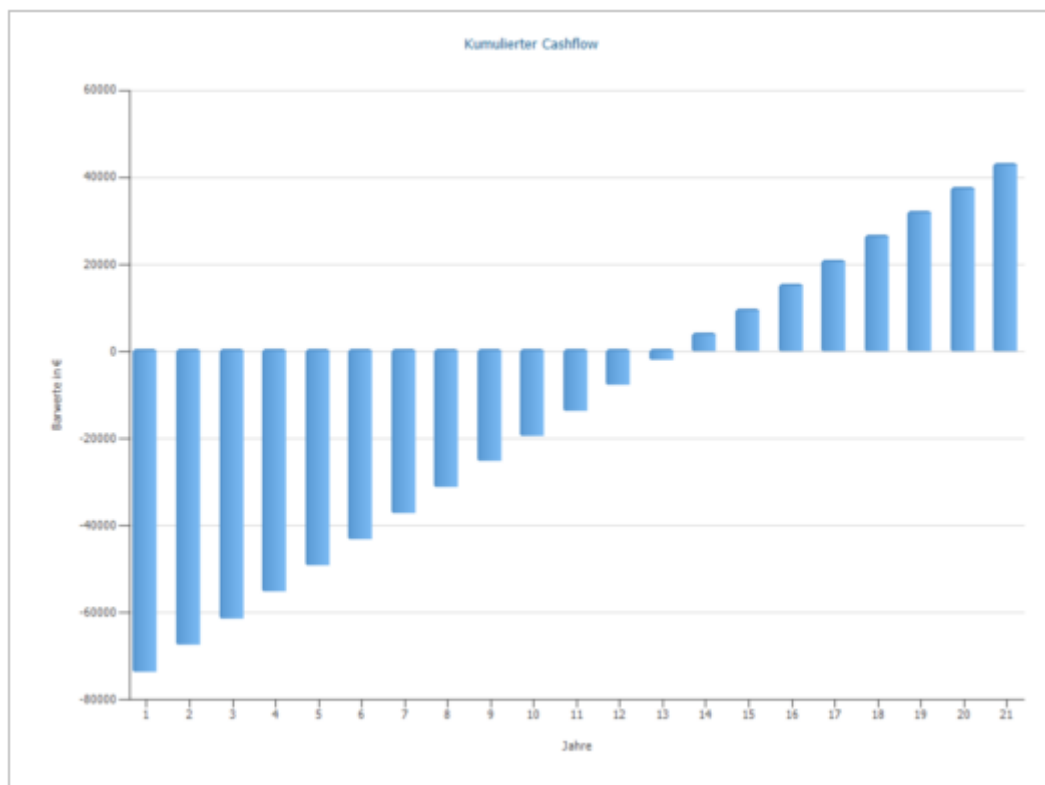


Abbildung 11: grafischer kumulierter Cash Flow bei statischer Berechnung der PV Bestandsanlage

In Tabelle 2 (Cash Flow 20 Jahre bei statischer Berechnung der PV Bestandsanlage) und Abbildung oberhalb ist schön zu erkennen, dass der Break-Even-Point nach 13,4 Jahren erreicht ist.

### 2.2.3. Berechnung der Stromgestehungskosten (ohne Zinsen ohne Steuer-effekte)

Angenommen man nimmt 20 Jahre Beobachtungszeitraum an (ist auch die in Österreich anerkannte Abschreibungsdauer) und ermittelt die Gesamtkosten in Höhe von 102.000 Euro unter der Berücksichtigung der Investitionsförderung.

Investkosten	€ 133.000
minus Investförderung	-€ 53.000
Versicherungskosten für 20 Jahre	€ 10.000
Betriebskosten für 20 Jahre	€ 10.000
Sonstige Kosten für 20 Jahre	€ 2.000
<b>Gesamtkosten</b>	<b>€ 102.000</b>

Tabelle 3: Gesamtkosten 20 Jahre

Nimmt man einen Ertrag von 100.000 kWh an und berücksichtigt die zuvor angenommene Moduldegradation ergibt sich ein mittlerer Ertrag von 95.000 kWh pro Jahr. Dieser Wert multipliziert mit 20 Jahren ergibt 1,9 GWh.

Ermittlung der Stromgestehungskosten pro kWh				
102.000,00 € Gesamtkosten	/	1,90 GWh	=	0,05 € / kWh
Ermittlung des durchschnittlichen Stromerlös 2015 pro kWh				
7.300,00 Ertrag 2015 in €	/	100,00 MWh	=	0,07 € / kWh
Überschuss / Deckungsbeitrag pro kWh				0,02 € / kWh

Tabelle 4: Deckungsbeitrag / kWh / Stromgestehungskosten

Unter den angenommenen Voraussetzungen belaufen sich die Stromgestehungskosten auf 5,4 Cent / kWh und der derzeitige durchschnittliche Stromerlös auf 7,3 Cent / kWh, dies ergibt einen Deckungsbeitrag oder Überschuss in Höhe von 1,9 Cent / kWh und jährlich 1.900 Euro.

#### 2.2.4. Genaue Berechnung der Amortisationszeit inklusive Berücksichtigung von Steuern, Finanzierungskosten und Kapitalzins

In der folgenden Berechnung fließen zusätzlich folgende Punkte ein:

- Eine Fremdfinanzierung in Höhe von 50 % der Gesamtkosten abzüglich der Förderung ergibt 40.000 Euro.
  - Finanzierung auf 15 Jahre (1 Jahr tilgungsfrei).
  - Auszahlungssumme 99 % (1 % Bearbeitungsgebühr).
  - Zins 3 %.
- Ein Kapitalzins in Höhe von 3 % (Abzinsungsfaktor).
- Steuersatz in Höhe von 25 % für die Körperschaftssteuer wird berücksichtigt.

Zusätzlich wurden einfachheitshalber die Investitionskosten um die Förderung reduziert. Es hätte keine steuerlichen Auswirkungen, weil es würde sich die Abschreibung (auf 20 Jahre) erhöhen und im gleichen Ausmaß die Auflösung des Investitionskostenzuschusses erhöhen (auf 20 Jahre).

Wie man aus der nachstehenden Grafik (Abbildung 12) und der Kalkulation (Tabelle 5) erkennen kann, ist der Break-Even-Point nun nach 19,2 Jahren erreicht.

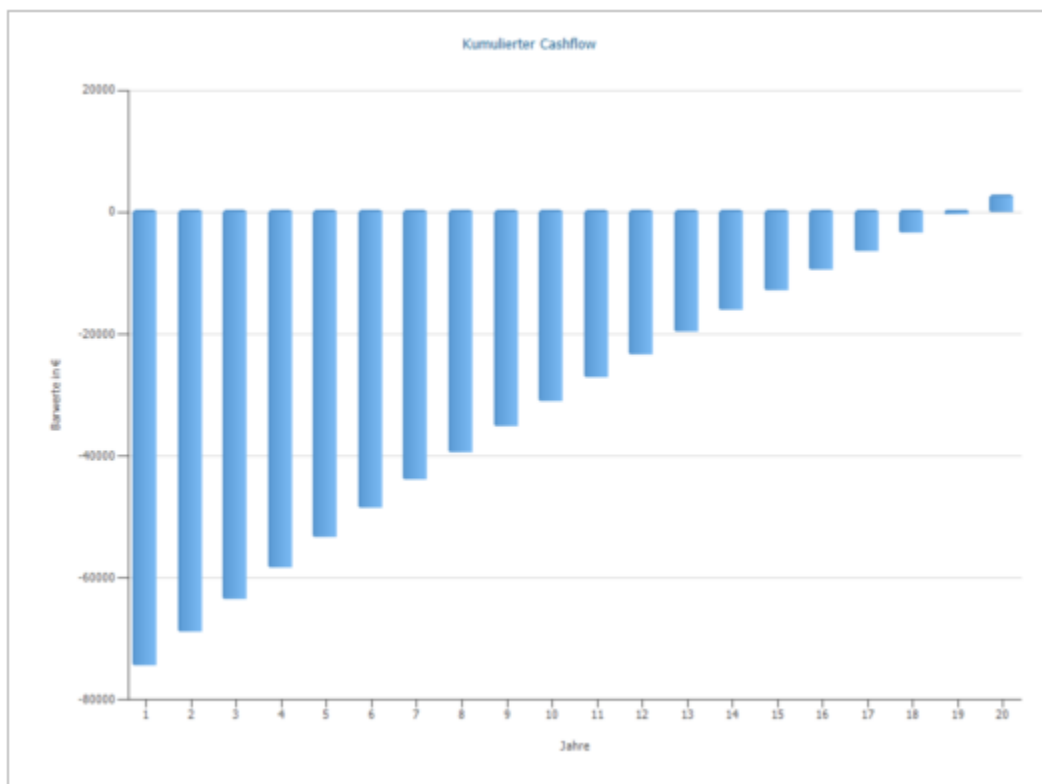


Abbildung 12: grafischer kumulierter Cash Flow bei dynamischer Berechnung

Cashflow Tabelle					
	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
Betriebskosten	-485,44 €	-471,30 €	-457,57 €	-444,24 €	-431,30 €
Verbrauchsdaten	-485,44 €	-471,30 €	-457,57 €	-444,24 €	-431,30 €
Sonstige Kosten	-97,09 €	-94,26 €	-91,51 €	-88,85 €	-86,26 €
Abschreibungen	-3.883,50 €	-3.770,38 €	-3.660,57 €	-3.553,95 €	-3.450,44 €
Eigenfinanzierung	-40.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	7.092,64 €	6.851,56 €	6.618,49 €	6.393,20 €	6.175,41 €
Kreditstilgungen	0,00 €	-2.900,30 €	-2.815,82 €	-2.733,81 €	-2.654,18 €
Kreditzinsen	-1.553,40 €	-1.131,12 €	-1.013,70 €	-902,16 €	-796,25 €
Ergebnis vor Steuern	587,79 €	913,20 €	937,58 €	959,76 €	979,85 €
Steuererstattung	-146,95 €	-228,30 €	-234,39 €	-239,94 €	-244,96 €
Ergebnis nach Steuern	440,84 €	684,90 €	703,18 €	719,82 €	734,89 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>-35.675,66 €</b>	<b>1.554,99 €</b>	<b>1.547,93 €</b>	<b>1.539,96 €</b>	<b>1.531,14 €</b>
Kumulierter Cashflow	-35.675,66 €	-34.120,67 €	-32.572,75 €	-31.032,79 €	-29.501,65 €
Kumulierter Cashflow abzüglich noch ausstehender Kredite	-74.510,61 €	-68.924,22 €	-63.546,77 €	-58.370,85 €	-53.389,27 €
	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
Betriebskosten	-418,74 €	-406,55 €	-394,70 €	-383,21 €	-372,05 €
Verbrauchsdaten	-418,74 €	-406,55 €	-394,70 €	-383,21 €	-372,05 €
Sonstige Kosten	-83,75 €	-81,31 €	-78,94 €	-76,64 €	-74,41 €
Abschreibungen	-3.349,94 €	-3.252,37 €	-3.157,64 €	-3.065,67 €	-2.976,38 €
Eigenfinanzierung	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	5.964,88 €	5.761,38 €	5.564,68 €	5.374,54 €	5.190,76 €
Kreditstilgungen	-2.576,87 €	-2.501,82 €	-2.428,95 €	-2.358,21 €	-2.289,52 €
Kreditzinsen	-695,76 €	-600,44 €	-510,08 €	-424,48 €	-343,43 €
Ergebnis vor Steuern	997,96 €	1.014,18 €	1.028,61 €	1.041,34 €	1.052,45 €
Steuererstattung	-249,49 €	-253,54 €	-257,15 €	-260,33 €	-263,11 €
Ergebnis nach Steuern	748,47 €	760,63 €	771,46 €	781,00 €	789,34 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>1.521,53 €</b>	<b>1.511,18 €</b>	<b>1.500,14 €</b>	<b>1.488,47 €</b>	<b>1.476,20 €</b>
Kumulierter Cashflow	-27.980,12 €	-26.468,94 €	-24.968,79 €	-23.480,33 €	-22.004,13 €
Kumulierter Cashflow abzüglich noch ausstehender Kredite	-48.595,11 €	-43.981,68 €	-39.542,50 €	-35.271,35 €	-31.162,21 €
	Jahr 11	Jahr 12	Jahr 13	Jahr 14	Jahr 15
Betriebskosten	-361,21 €	-350,69 €	-340,48 €	-330,56 €	-320,93 €
Verbrauchsdaten	-361,21 €	-350,69 €	-340,48 €	-330,56 €	-320,93 €
Sonstige Kosten	-72,24 €	-70,14 €	-68,10 €	-66,11 €	-64,19 €
Abschreibungen	-2.889,69 €	-2.805,52 €	-2.723,81 €	-2.644,47 €	-2.567,45 €
Eigenfinanzierung	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	5.013,13 €	4.841,44 €	4.675,50 €	4.515,12 €	4.360,11 €
Kreditstilgungen	-2.222,83 €	-2.158,09 €	-2.095,23 €	-2.034,21 €	0,00 €
Kreditzinsen	-266,74 €	-194,23 €	-125,71 €	-61,03 €	0,00 €
Ergebnis vor Steuern	1.062,04 €	1.070,17 €	1.076,93 €	1.082,39 €	1.086,61 €
Steuererstattung	-265,51 €	-267,54 €	-269,23 €	-270,60 €	-271,65 €
Ergebnis nach Steuern	796,53 €	802,63 €	807,70 €	811,79 €	814,96 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>1.463,38 €</b>	<b>1.450,06 €</b>	<b>1.436,27 €</b>	<b>1.422,05 €</b>	<b>1.407,31 €</b>
Kumulierter Cashflow	-20.540,75 €	-19.090,69 €	-17.654,42 €	-16.232,37 €	-14.849,96 €
Kumulierter Cashflow abzüglich noch ausstehender Kredite	-27.209,25 €	-23.406,88 €	-19.749,66 €	-16.232,37 €	-12.849,96 €
	Jahr 16	Jahr 17	Jahr 18	Jahr 19	Jahr 20
Betriebskosten	-311,58 €	-302,51 €	-293,70 €	-285,14 €	-276,84 €
Verbrauchsdaten	-311,58 €	-302,51 €	-293,70 €	-285,14 €	-276,84 €
Sonstige Kosten	-62,32 €	-60,50 €	-58,74 €	-57,03 €	-55,37 €
Abschreibungen	-2.492,67 €	-2.420,07 €	-2.349,58 €	-2.281,14 €	-2.214,70 €
Eigenfinanzierung	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	4.210,30 €	4.065,52 €	3.925,61 €	3.790,39 €	3.659,72 €
Kreditstilgungen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Kreditzinsen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Ergebnis vor Steuern	1.032,15 €	979,94 €	929,90 €	881,93 €	835,98 €
Steuererstattung	-258,04 €	-244,99 €	-232,47 €	-220,48 €	-208,99 €
Ergebnis nach Steuern	774,11 €	734,96 €	697,42 €	661,45 €	626,99 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>3.266,78 €</b>	<b>3.155,02 €</b>	<b>3.047,00 €</b>	<b>2.942,59 €</b>	<b>2.841,69 €</b>
Kumulierter Cashflow	-9.583,18 €	-6.428,16 €	-3.381,16 €	-438,56 €	2.403,12 €
Kumulierter Cashflow abzüglich noch ausstehender Kredite	-9.583,18 €	-6.428,16 €	-3.381,16 €	-438,56 €	2.403,12 €

Tabelle 5: Cash Flow 20 Jahre bei dynamischer Berechnung

### 2.2.5. Auswirkungen bei Erhöhung von Eigenverbrauch

Ausgangsbasis für die nächsten beiden Berechnungen ist je die Berechnung von Punkt 2.2.4.

Bei einer 15%igen Eigenverbrauchserhöhung würde sich das mit einem Mehrerlös in Höhe von 484 Euro im Jahr positiv bemerkbar machen. Wenn man den derzeitigen Erlös in Höhe von 7.300 Euro / Jahr addiert, ergibt dies 7.785 Euro an jährlichem Erlös.

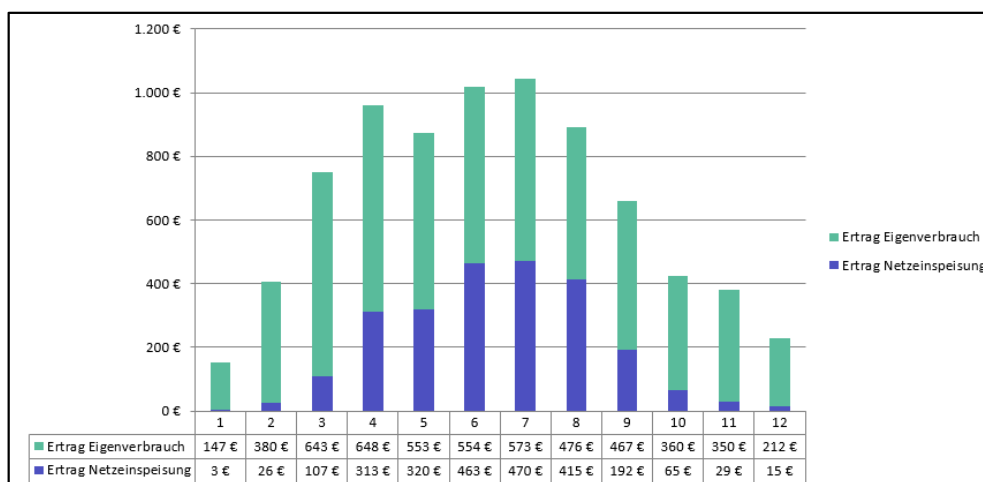


Abbildung 13: monatliche Erträge (Eigenverbrauch und Netzeinspeisung) in Euro + 15 % Eigenverbrauchserhöhung

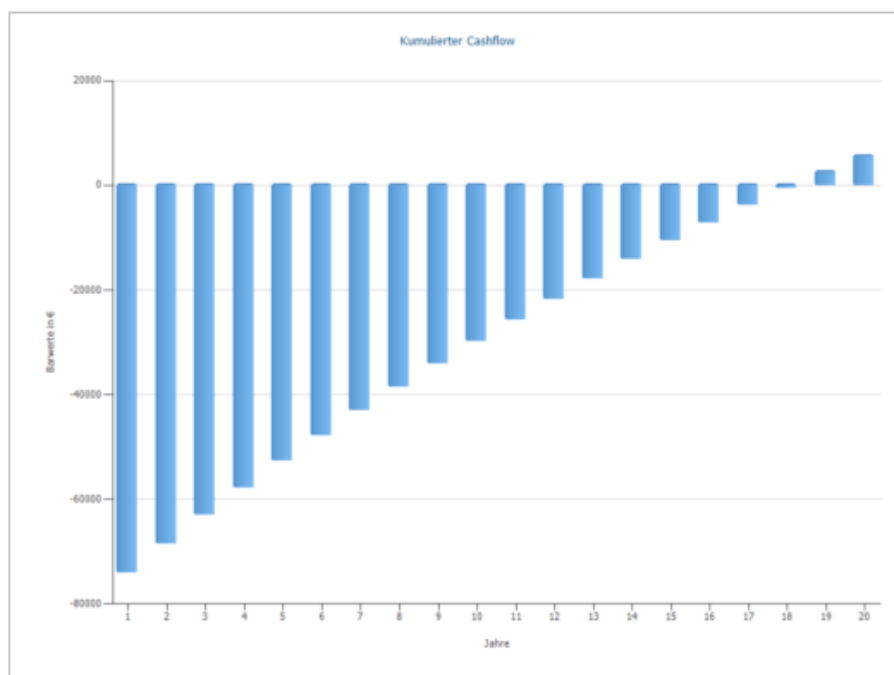


Abbildung 14: grafischer kumulierter Cash Flow bei dynamischer Berechnung + 15 % Eigenverbrauchserhöhung



Wie in vorheriger Darstellung (Abbildung 14) und nachstehender Tabelle ersichtlich, würde sich die Amortisationszeit auf 18,2 Jahre reduzieren. Dies ist eine geringe wirtschaftliche Verbesserung, bei einer 15%igen Steigerung des Eigenverbrauchs, so erreicht man den Break-Even-Point um 1 Jahre früher!

Cashflow Tabelle					
	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
Investitionen	-80.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Betriebskosten	-485,44 €	-471,30 €	-457,57 €	-444,24 €	-431,30 €
Verbrauchsdaten	-485,44 €	-471,30 €	-457,57 €	-444,24 €	-431,30 €
Sonstige Kosten	-97,09 €	-94,26 €	-91,51 €	-88,85 €	-86,26 €
Abschreibungen	-3.883,50 €	-3.770,38 €	-3.660,57 €	-3.553,95 €	-3.450,44 €
Einspeisevergütung	7.535,34 €	7.279,21 €	7.031,60 €	6.792,24 €	6.560,86 €
Ergebnis vor Steuern	2.583,89 €	2.471,97 €	2.364,38 €	2.260,96 €	2.161,55 €
Steuererstattung	-645,97 €	-617,99 €	-591,09 €	-565,24 €	-540,39 €
Ergebnis nach Steuern	1.937,92 €	1.853,98 €	1.773,28 €	1.695,72 €	1.621,17 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>-74.178,59 €</b>	<b>5.624,36 €</b>	<b>5.433,85 €</b>	<b>5.249,67 €</b>	<b>5.071,60 €</b>
Kumulierter Cashflow	-74.178,59 €	-68.554,23 €	-63.120,38 €	-57.870,71 €	-52.799,11 €
	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Betriebskosten	-418,74 €	-406,55 €	-394,70 €	-383,21 €	-372,05 €
Verbrauchsdaten	-418,74 €	-406,55 €	-394,70 €	-383,21 €	-372,05 €
Sonstige Kosten	-83,75 €	-81,31 €	-78,94 €	-76,64 €	-74,41 €
Abschreibungen	-3.349,94 €	-3.252,37 €	-3.157,64 €	-3.065,67 €	-2.976,38 €
Einspeisevergütung	6.337,19 €	6.120,99 €	5.912,01 €	5.710,00 €	5.514,75 €
Ergebnis vor Steuern	2.066,02 €	1.974,22 €	1.886,02 €	1.801,28 €	1.719,87 €
Steuererstattung	-516,51 €	-493,56 €	-471,51 €	-450,32 €	-429,97 €
Ergebnis nach Steuern	1.549,52 €	1.480,67 €	1.414,52 €	1.350,96 €	1.289,91 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>4.899,45 €</b>	<b>4.733,03 €</b>	<b>4.572,15 €</b>	<b>4.416,63 €</b>	<b>4.266,28 €</b>
Kumulierter Cashflow	-47.899,66 €	-43.166,62 €	-38.594,47 €	-34.177,85 €	-29.911,56 €
	Jahr 11	Jahr 12	Jahr 13	Jahr 14	Jahr 15
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Betriebskosten	-361,21 €	-350,69 €	-340,48 €	-330,56 €	-320,93 €
Verbrauchsdaten	-361,21 €	-350,69 €	-340,48 €	-330,56 €	-320,93 €
Sonstige Kosten	-72,24 €	-70,14 €	-68,10 €	-66,11 €	-64,19 €
Abschreibungen	-2.889,69 €	-2.805,52 €	-2.723,81 €	-2.644,47 €	-2.567,45 €
Einspeisevergütung	5.326,03 €	5.143,63 €	4.967,33 €	4.796,94 €	4.632,25 €
Ergebnis vor Steuern	1.641,68 €	1.566,59 €	1.494,48 €	1.425,23 €	1.358,76 €
Steuererstattung	-410,42 €	-391,65 €	-373,62 €	-356,31 €	-339,69 €
Ergebnis nach Steuern	1.231,26 €	1.174,94 €	1.120,86 €	1.068,93 €	1.019,07 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>4.120,95 €</b>	<b>3.980,46 €</b>	<b>3.844,66 €</b>	<b>3.713,40 €</b>	<b>3.586,52 €</b>
Kumulierter Cashflow	-25.790,62 €	-21.810,15 €	-17.965,49 €	-14.252,09 €	-10.665,58 €
	Jahr 16	Jahr 17	Jahr 18	Jahr 19	Jahr 20
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Betriebskosten	-311,58 €	-302,51 €	-293,70 €	-285,14 €	-276,84 €
Verbrauchsdaten	-311,58 €	-302,51 €	-293,70 €	-285,14 €	-276,84 €
Sonstige Kosten	-62,32 €	-60,50 €	-58,74 €	-57,03 €	-55,37 €
Abschreibungen	-2.492,67 €	-2.420,07 €	-2.349,58 €	-2.281,14 €	-2.214,70 €
Einspeisevergütung	4.473,10 €	4.319,28 €	4.170,63 €	4.026,98 €	3.888,15 €
Ergebnis vor Steuern	1.294,95 €	1.233,70 €	1.174,92 €	1.118,52 €	1.064,41 €
Steuererstattung	-323,74 €	-308,42 €	-293,73 €	-279,63 €	-266,10 €
Ergebnis nach Steuern	971,21 €	925,27 €	881,19 €	838,89 €	798,30 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>3.463,88 €</b>	<b>3.345,34 €</b>	<b>3.230,77 €</b>	<b>3.120,03 €</b>	<b>3.013,01 €</b>
Kumulierter Cashflow	-7.201,70 €	-3.856,36 €	-625,59 €	2.494,44 €	5.507,45 €

Tabelle 6: Cash Flow 20 Jahre bei dynamischer Berechnung + 15 % Eigenverbrauchserhöhung



## 2.3. Möglichkeiten zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit

### 2.3.1. Stationärer Stromspeicher



Abbildung 15: Beispiele stationäre Stromspeicher<sup>27</sup>

Ein Stromspeicher könnte die Wirtschaftlichkeit vieler Photovoltaikanlagen zukünftig verbessern. Vor allem wenn die bestehenden Tarifförderungen seitens der OeMAG Abwicklungsstelle für Ökostrom AG für die PV Anlagen auslaufen, der Überschuss an Strom zum Marktpreis verkauft wird und in der Nacht ein Bedarf an Strom ist, dann werden die Speicher interessant. Des Weiteren sollte man beachten, dass die Entwicklung bei Lithium-Ionen Speicher in den letzten Jahren rasante Fortschritte machte und dieser jährlich um circa 10 % günstiger wurde.

### Grundlagen

Bei stationären Stromspeichern hat sich in den letzten 3 Jahren, bis auf wenige Ausnahmen, die Batterietechnologie Lithium-Ionen durchgesetzt. In der Vergangenheit wurden große, schwere Blei Batterien verwendet, wie jetzt noch technologisch aus Kostengründen bei allen Autos und LKWs im Einsatz sind.

---

<sup>27</sup> Vgl. TESVOLT Speichertechnologie [Online] [www.tesvolt.com](http://www.tesvolt.com); Foto von diversen Verkaufsunterlagen (verfügbar Oktober 2016).

### Wofür wird ein stationärer Stromspeicher benötigt?

- Damit kann Überschussstrom, welchen die Photovoltaikanlage am Tag produziert und zwischenzeitig es im Eigenheim, Gewerbe oder in der Industrie keine Verwendung gibt, gespeichert werden. Zu einem späteren Zeitpunkt kann dann diese elektrische Energie wieder vom Speicher abgerufen und verbraucht werden. Unter dem späteren Zeitpunkt verstehen man einige Stunden später oder die folgenden Nachtstunden, aber nicht 3 Tage bis hin zu einer Woche.

Der derzeitige Anwendungsbereich beschränkt sich im Wesentlichen auf Eigenwohnheime, wo es einen notwendigen finanziellen Anreiz dafür gibt.

- Damit kann man bei Netzausfall oder wenn kein Stromnetz vorhanden ist, den Strom beziehungsweise die elektrische Energie kurz- und mittelfristig puffern. In diesem Fall übernimmt der Akku die Funktion und gleicht somit die Differenzen zwischen erzeugter und verbrauchter Energie aus.

Dies gewinnt immer mehr an Bedeutung und Beliebtheit, vor allem im gehobenen Eigenheimbereich (überall wo das Öfteren ein kurz- oder mittelfristiger Stromausfall ist) oder auf Berghütten, Schutzhütten und anderen netzfernen Wochenendhäusern.

- Ein weiterer Einsatzbereich für den stationären Stromspeicher ist das Bereitstellen von Spitzenenergie. Wenn eine Firma beispielsweise immer einen relativ konstanten Stromverbrauch hat und nur 4 Mal am Tag für 10 Minuten 20 kW zusätzlich benötigt und der bestehende Stromanschluss zu schwach ist, dann könnte man diese Strombedarfsspitzen mit Hilfe eines Akkuspeichers abdecken. Auch dieser Anwendungsbereich bekommt einen immer größeren Stellenwert. Dadurch kann man sich möglicherweise die Installation einer Wandlerrmessung sowie Grabungsarbeiten und die Zuleitung zur nächst gelegenen Trafostation (oft 1 Kilometer Erdkabel) oder um Kosten für einen Trafotausch, ersparen.

### Lebensdauer eines Lithium-Ionen Stromspeichers

Die Lebensdauer eines Stromspeichers wird in Vollzyklen angegeben und ist abhängig von der gewöhnlichen Entladungstiefe.

Beispiel dazu:

Nominaler Energieinhalt	6,8 kWh
Nutzbarer Energieinhalt	5,4 kWh
Vollzyklen	5000
Entladungstiefe DOD	80%

Tabelle 7: Ausschnitt Datenblatt BMZ Energy Storage System 7.0<sup>28</sup>

Bei oben angeführter Tabelle ist ersichtlich, dass der Energiegehalt der Batterie 6,8 kWh ist. Nutzt man davon 80 % (= Entladungstiefe) hat man einen nutzbaren Energiegehalt von 5,4 kWh. Führt man dies 5.000 Mal durch, so ist der Akku am Ende seiner Lebenserwartung (im normalen Einfamilienwohnhaus im üblichen Fall zwischen 12 und 15 Jahre) angekommen. Würde man die maximale Entladungstiefe auf 70 % reduzieren, würde die zu erwartende Vollzyklenanzahl steigen.

### Auslegung des Stromspeichers auf die Bestandsanlage

Generell gibt es bei der Auslegung des Stromspeichers unterschiedliche Expertenmeinungen. Relevant jedoch für die Auslegung sind auch die örtlichen Gegebenheiten, vor allem das Stromverbrauchsprofil. Als gute Lösung im Wohnungs- und Eigenheimbereich hat sich ein Verhältnis von

1 MWh Stromverbrauch : 1 kWp PV Anlagenleistung : 1 kWh Stromspeicher

herausgestellt.

Die PV Bestandsanlage befindet sich auf der Dachfläche einer Lagerhalle. Der jährliche Strombedarf dieser Lagerhalle beträgt rund 92.000 kWh. Die Photovoltaikanlage hat eine Nennleistung von rund 100 kWp. Das heißt der Stromspeicher wäre mit 100 kWh optimal. Das in diesem Fall das Verhältnis auch annähernd 1:1:1 ist, ist ein Zufall.

---

<sup>28</sup> Datenblatt dazu siehe Anhang 4.

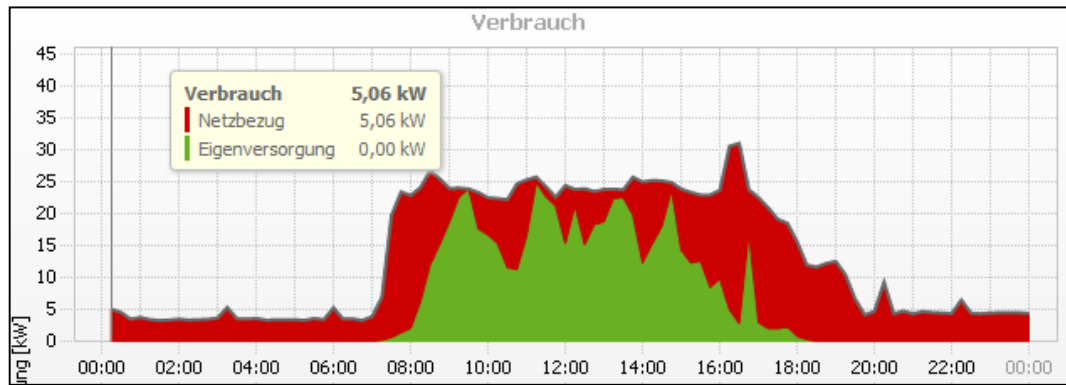


Abbildung 16: Statistik Tagesverbrauch an einem durchschnittlichen Tag

Aus oben angeführter Abbildung ist sehr schön ersichtlich, dass es in diesem Betrieb eine gleichmäßige Grundlast von rund 5 kW in der Nacht gibt. Würde man hier noch eine Reserveleistung von 1,5 kW mit kalkulieren, hätte man 6,5 kW. Dies multipliziert mit 12 Stunden (Nacht) würde einen Verbrauch von 78 kWh ergeben.

Für die nachfolgenden Berechnungen wurde ein TESVOLT Batterieschrank Li 120<sup>29</sup> gewählt.

Dieser Speicher hat eine Bruttokapazität von 120 kWh. Ziel wäre es den Speicher mit einer maximalen Entladungstiefe von 70 % zu betreiben. Dies würde laut Datenblatt 84 kWh Nutzkapazität mit 8.000 Zyklen und eine Lebensdauer von rund 22 Jahren bedeuten.

<sup>29</sup> Datenblatt dazu siehe Anhang 5.

## Kosten

In der nachstehenden Tabelle sehen Sie ein Angebot von einem 120 kWh Speicher (Auslegungsbasis wie vorhin erwähnt).

Leistung	Einzel €	Gesamt €
<b>Batteriespeicher Tesvolt 120 kWh</b>		
Speichersystem		
Batterieschrank LI 120		
Sunny Island 3*8.0		
Zubehör		
Summe Speichersystem		99.297,00
Einbindung in das Bestandsystem		
AC Einspeisung		
Netzwerkanbindung		
Div. KM		
Summe Einbindung in das Bestandsystem		1.640,00
Montage		
Regie Monteur		
KFZ Pau.		
Summe Montage		1.020,00
Summe Netto	€	101.957,00
zuzgl. 20 % gesetzl. MwSt.	€	20.391,40
<b>Endbetrag</b>	<b>€</b>	<b>122.348,40</b>

Tabelle 8: Kosten Installation Batteriespeicher Tesvolt 120 kWh<sup>30</sup>

## Förderung

Es gibt in Österreich verschiedenste Förderungen für einen Elektrospeicher, aber keine einheitliche Bundesförderung.

Beispielsweise gibt es in der Steiermark eine Landesförderung für Haushalte für Speicher mit 500 Euro je kWh Bruttospeicherkapazität (maximal 5 kWh).<sup>31</sup>

<sup>30</sup> Angebot Energie Wagner GmbH siehe Anhang 6.

<sup>31</sup> Vgl. Land Steiermark, FA Energie und Wohnbau: Infoblatt PV-Anlagen [Online] [http://www.wohnbau.steiermark.at/cms/dokumente/12117789\\_113383975/0f8f1b4d/ABT15EW-3.0%20RL-Infoblatt-PV-Anlagen%202016.pdf](http://www.wohnbau.steiermark.at/cms/dokumente/12117789_113383975/0f8f1b4d/ABT15EW-3.0%20RL-Infoblatt-PV-Anlagen%202016.pdf) (Infoblatt 2016).

In Wien werden Einfamilienhäuser mit 5 kWh sowie Mehrfamilienhäuser und betriebliche Gebäude mit bis zu 10 kWh gefördert. Die Förderhöhe beträgt 500 Euro je kWh oder maximal 40 % der Investitionskosten.<sup>32</sup>

### 2.3.2. E-Tankstelle (E – Mobility)



Abbildung 17: Beispiel E-Tankstelle<sup>33</sup>

Die Elektromobilität wird Zukunft haben und sich durchsetzen wenn:

- Der gefahrene Kilometer (Anschaffung und Betriebskosten) nicht teurer ist als bei herkömmlichen Fahrzeugen.
- Die zusätzliche elektrische Energie großteils aus alternativer Energie gewonnen wird.<sup>34</sup>

<sup>32</sup> Vgl. wien.at: Stationärer Stromspeicher – Förderungsantrag [Online]  
<https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/energie/alternativenergie/speicheranlagen.html>  
 (verfügbar Oktober 2016).

<sup>33</sup> Vgl. Google.at: Foto E-Tankstelle [Online]  
[https://www.google.at/search?q=fotos+e+tankstelle+mit+auto&client=firefox-b&tbm=isch&imgil=Bv8vDFD9vsvGxM%253A%253B1K9Kdhcx9rd-XM%253Bhttps%25253A%25252F%25252Fadacemobility.wordpress.com%25252Ftag%25252Fetankstellen%25252F&source=iu&pf=m&fir=Bv8vDFD9vsvGxM%253A%252C1K9Kdhcx9rd-XM%252C&usq=Vs4MncGdLDrzOIWz9IVXlhpLLeE%3D&biw=1920&bih=1067&ved=0ahUKEwiz\\_vOjierPAhWLBBoKHSZpAZwQyjcINw&ei=BQJWJmQK4uJaKbSheAJ#imgsrc=Bv8vDFD9vsvGxM%3A](https://www.google.at/search?q=fotos+e+tankstelle+mit+auto&client=firefox-b&tbm=isch&imgil=Bv8vDFD9vsvGxM%253A%253B1K9Kdhcx9rd-XM%253Bhttps%25253A%25252F%25252Fadacemobility.wordpress.com%25252Ftag%25252Fetankstellen%25252F&source=iu&pf=m&fir=Bv8vDFD9vsvGxM%253A%252C1K9Kdhcx9rd-XM%252C&usq=Vs4MncGdLDrzOIWz9IVXlhpLLeE%3D&biw=1920&bih=1067&ved=0ahUKEwiz_vOjierPAhWLBBoKHSZpAZwQyjcINw&ei=BQJWJmQK4uJaKbSheAJ#imgsrc=Bv8vDFD9vsvGxM%3A)  
 (verfügbar September 2016).

<sup>34</sup> Vgl. Oberösterreichische Zukunftsakademie: Folder Strom-Tanken – Infrastrukturelle Aspekte der Elektromobilität [Online]  
[http://www.ooe-zukunftsakademie.at/E\\_Tanken\\_Standpunkt\\_Flyer.pdf](http://www.ooe-zukunftsakademie.at/E_Tanken_Standpunkt_Flyer.pdf) (Stand 2013).

- Die Reichweite akzeptabel wird (200 km real am Land).
- E-Tanken (Verrechnung) unkomplizierter wird.
- Der Staat Maßnahmen wie steuerliche Anreize, in den Städten ein Fahrverbot für herkömmliche Autos, usw. einführt.

## Einige Pressemeldungen

\*\*\*\*\*

„Die norwegische Regierung diskutiert derzeit den sogenannten Nationalen Transportplan - und will in diesem Zusammenhang ein revolutionäres Gesetz verabschieden: Demnach soll in weniger als zehn Jahren ein Zulassungsstopp für Autos mit Verbrennungsmotor gelten. Ab 2025 dürften dann keine neuen Benzin- und Dieselfahrzeuge mehr auf die Straßen, sie sollen durch E-Mobile und andere alternative Antriebe ersetzt werden.“<sup>35</sup>

\*\*\*\*\*

„Studie im Auftrag von Erneuerbaren-Verbänden lässt mit ambitionierten Forderungen aufhorchen

Wien – Das zum ÖVP-geführten Landwirtschafts- und Umweltministerium gehörende Umweltbundesamt lässt in einer Studie zur Energiewende mit ambitionierten Forderungen aufhorchen. Schon ab dem nächsten Jahrzehnt sollen keine Benzin- und Dieselaautos mehr verkauft werden, sondern nur mehr Stromfahrzeuge. Weiters wird eine CO2-Steuer verlangt.“<sup>36</sup>

\*\*\*\*\*

„Die Studie zeigt, dass der Stromverbrauch von E-Mobilen nicht überschätzt werden darf: selbst bei 10% Marktanteil (reine Substitution) würde sich in Österreich ein Strom-Mehrverbrauch von bloß 1,8% ergeben.“<sup>37</sup>

\*\*\*\*\*

---

<sup>35</sup> Vgl. Spiegel Online [Online]  
<http://www.spiegel.de/auto/aktuell/norwegen-will-autos-mit-benzin-oder-dieselmotor-verbieten-a-1107885.html> (Stand: 16.08.2016).

<sup>36</sup> Vgl. derStandard.at [Online]  
<http://derstandard.at/2000034688943/Umweltbundesamt-Ab-2020-keine-Diesel-und-Benzinautos-mehr-verkaufen> (Stand 12.04.2016).

<sup>37</sup> Vgl. iTA – Institut für Technikfolgen Abschätzung: E-Mobil [Online]  
<http://www.oeaw.ac.at/ita/projekte/e-mobil/ueberblick/> (Stand 1992).

\*\*\*\*\*

„Wer öffentliche Ladestationen nutzt, dem stehen laut dem Bundesverband Elektromobilität 2.290 Elektrotankstellen in Österreich zur Verfügung, einige davon (noch) gratis.“<sup>38</sup>

\*\*\*\*\*

„Der Kauf von mehrspurigen E Fahrzeugen wird mit 25 % der Anschaffungskosten, maximal jedoch mit 5.000 Euro gefördert.

Die Errichtung von E-Ladestellen wird mit 25 % der Anschaffungskosten, maximal jedoch mit 1.000 Euro gefördert.“<sup>39</sup>

\*\*\*\*\*

## E-Lade Technik

Beim Laden eines Elektroautos (E-Autos<sup>40</sup>) gibt es derzeit verschiedene Stecker Typen. 2013 hat die Europäische Kommission beschlossen, dass ab 2017 die europäischen Autohersteller nur mehr den Typ 2-Stecker verwendet sollen.<sup>41</sup>

Die AC (Wechselstrom) Ladung ist mit einer Ladeleistung von 43 kW (63A/400V) begrenzt. Wobei die meisten E-Autos derzeit mit einer Leistung von 3,7 - 22 kW geladen werden können. Diese Ladetechnik ist die meist angewandte und ist bis 22 kW im privaten Bereich und Gewerbe die beste Lösung. Ein langsames Laden schont den Akku und ist für den Stromanschluss von Vorteil.

Die DC Ladung ist für Langstreckenfahrer gedacht. Man kann in sehr kurzer Zeit (bei einer kurzen WC-, Kaffeepause oder bei einem kurzen Imbiss) viel Energie aufnehmen. Diese Tankstellen findet man meist bei Autobahnraststellen, Einkaufszentren, usw. Die Ladeinfrastruktur und der damit verbundene Netzanschluss sind aufgrund der wesentlich höheren Leistung auch teurer als AC Lade-

---

<sup>38</sup> Vgl. ÖAMTC: Tarifdschungel und große Preisunterschiede bei E-Tankstellen [Online] <http://www.oeamtc.at/portal/oeamtc-tarifdschungel-und-grosse-preisunterschiede-bei-e-tankstellen+2500+1656986> (Stand 13.09.2016).

<sup>39</sup> Vgl. Land Steiermark, FA Energie und Wohnbau: Richtlinie Direktförderung E-Fahrzeuge und E-Ladestellen für die private Nutzung [Online] [http://www.wohnbau.steiermark.at/cms/dokumente/12117789\\_113383975/af0b3b8b/ABT15EW-3.0%20RL%20Elektromobilit%C3%A4t%202016.pdf](http://www.wohnbau.steiermark.at/cms/dokumente/12117789_113383975/af0b3b8b/ABT15EW-3.0%20RL%20Elektromobilit%C3%A4t%202016.pdf) (Richtlinie Stand 01.10.2016).

<sup>40</sup> Die Abkürzung E-Auto(s) für „Elektroauto(s)“ ist eine in der Fachwelt bekannte und wird auch in dieser Arbeit verwendet.

<sup>41</sup> Vgl. Verein Austrian Mobile Power: FAQs [Online] <http://www.austrian-mobile-power.at/faqs/> (verfügbar Oktober 2016).



möglichkeiten. Derzeit gibt es 50 kW oder 120 kW (bei Tesla) an DC Ladeleistung. Zukünftig soll es aber auch Ultra-Schnellladestationen geben, wo man Energie für 300 km in 20 Minuten tanken kann.<sup>42</sup>

Die folgende Grafik veranschaulicht wie viele Kilometer man durchschnittlich mit 30 Minuten Ladezeit fahren kann.

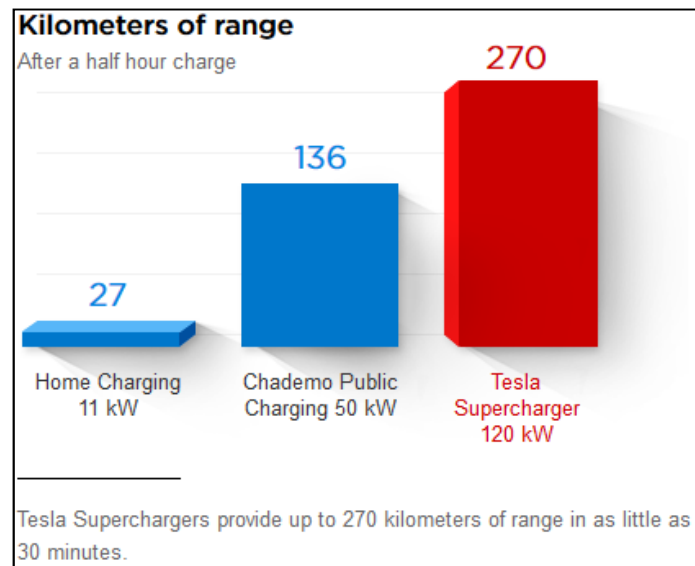


Abbildung 18: E-Lade Technik (Vergleich Lade- und Fahrzeit)<sup>43</sup>

Damit die Bedürfnisse der E-Auto Fahrer zukünftig befriedigt werden, müssen noch sehr viele AC und DC Ladestellen errichtet werden. Die Bezahlung erfolgt derzeit meist mit den verschiedensten Kartensystemen und Bankomatkarten. Zukünftig wird die Verrechnung einfacher „Laden per App“.<sup>44</sup>

Es wird einige App Anbieter geben, bei denen die meisten E-Tankstellen gelistet sind und die Verrechnung über diesen Anbieter abgewickelt wird. Man überweist zum App Betreiber ein Guthaben und kann damit dann bei den verschiedensten Tankstellenanbietern zu verschiedensten Tarifen tanken. Die Abrechnung erfolgt über den App Anbieter direkt mit dem Tankstellenbetreiber.

<sup>42</sup> Vgl. SMATRICS [Online]

<https://smatrics.com/news/smatrics-ultra-e#> (verfügbar Oktober 2016).

<sup>43</sup> Vgl. TESLA [Online]

[https://www.tesla.com/en\\_EU/supercharger?redirect=no](https://www.tesla.com/en_EU/supercharger?redirect=no) (verfügbar September 2016).

<sup>44</sup> Vgl. PlugSurfing [Online]

<https://www.plugsurfing.com/de/> (verfügbar Oktober 2016).

## Tarifsystem öffentliche E-Tankstelle

<b>SINGLE NET</b> Ohne Netz-Entgelt. Ohne Bindung.	<b>SMART NET</b> Der perfekte Mix.	<b>ACTIVE NET</b> Die beste Wahl für intensive Nutzung.
<b>€ 0,-</b> monatlich	<b>€ 14,90</b> monatlich	<b>€ 49,90</b> monatlich
<b>keine Bindung</b>	<b>12 Monate</b> Bindung	<b>12 Monate</b> Bindung
<b>Lade-Entgelte</b>		
<b>NORMAL</b> bis 11 kW <b>€ 0,04</b> pro Minute	<b>NORMAL</b> bis 11 kW <b>€ 0,02</b> pro Minute	<b>NORMAL</b> bis 11 kW <b>€ 0,01</b> pro Minute
<b>BESCHLEUNIGT</b> bis 22 kW <b>€ 0,15 / € 0,04*</b> pro Minute	<b>BESCHLEUNIGT</b> bis 22 kW <b>€ 0,04 / € 0,02*</b> pro Minute	<b>BESCHLEUNIGT</b> bis 22 kW <b>€ 0,03 / € 0,01*</b> pro Minute
<b>HIGH-SPEED</b> bis 50 kW <b>€ 0,45</b> pro Minute <b>Jetzt bestellen</b>	<b>HIGH-SPEED</b> bis 50 kW <b>€ 0,20</b> pro Minute <b>Jetzt bestellen</b>	<b>HIGH-SPEED</b> bis 50 kW <b>€ 0,07</b> pro Minute <b>Jetzt bestellen</b>

Tabelle 9: Tarifsystem E-Tankstelle - Betreiber Smatrics<sup>45</sup>

Empfehlung Smatrics	0 - 200 km	200 - 1.000 km	1.000 - 5.000 km
unterschiedliche Tarife	Packet Single Net	Packet Smart Net	Packet Active Net
Berechnung für	100 km	600 km	3.000 km
entspricht kWh / Monat	18 kWh	108 kWh	540 kWh
High Speed 50 kW € / Minute	€ 0,45	€ 0,20	€ 0,07
€ / kWh	€ 0,54	€ 0,24	€ 0,08
kWh / Monat x € / kWh	€ 9,72	25,92	45,36
Grundgebühr	€ 0,00	€ 14,90	€ 49,90
Gesamtkosten	€ 9,72	€ 40,82	€ 95,26
€ / 100 km	€ 9,72	€ 6,80	€ 3,18
€ / kWh	€ 0,54	€ 0,38	€ 0,18
Berechnungsbasis für Tabelle:	Verbrauch von 18 kW / 100 km * <i>* Auto-Touring, das Mobilitätsmagazin des ÖAMTC, 2/2015, S. 30</i>		

Tabelle 10: Übersicht Tarifsystem Smatrics – errechneter Preis für Ladungen in Euro / kWh

Bei oben angeführter Tabelle wird ersichtlich, dass ein Stromerlös in Höhe von 18 Cent / kWh brutto realistisch ist. Dies ergibt einen Nettoerlös von 15 Cent / kWh.

<sup>45</sup> Vgl. SMATRICES: Tarife [Online]  
<https://smatrics.com/ladenetz#tarife> (verfügbar Oktober 2016).

Berücksichtigt man noch 1 Cent / kWh für die Verrechnung (für den App Betreiber), dann kann aus derzeitiger Sicht ein Preis bei Vielfahrern von 14 Cent / kWh erzielt werden.

## Derzeitige Fördersituation in Österreich

In unten angeführter Tabelle sind die Förderungen der Kommunalkredit Public Consulting GmbH (KPC<sup>46</sup>) (Bundesförderung) für Betriebe in ganz Österreich gelistet. Für Privatpersonen gibt es in der Steiermark beim Kauf eines neuen E-Autos eine zusätzliche Förderung für die E-Tankstelle in Höhe von 1.000 Euro, maximal jedoch 25 % der Anschaffungskosten.

Die Berechnung der Förderung erfolgt in Form einer Pauschale pro Ladestelle (pro Standsäule bzw. Wallbox) in Abhängigkeit der technischen Ausgestaltung der Ladestelle (Ausführung, Leistung, Spannung und Stromstärke). Relevant für die Ermittlung der Förderung ist die mögliche Abgabeleistung pro Ladepunkt. Bei mehreren Ladepunkten ist die gleichzeitige Abgabeleistung nachzuweisen.	
Technische Ausprägung <sup>1</sup>	Förderung pro Ladestelle
<b>Normalladen an Wallbox oder Standsäule</b> mit Wechselstrom bis 3,7 kW (230V, 16A) Abgabeleistung	200 Euro
<b>Normalladen an Wallbox<sup>2</sup></b> mit Wechselstrom von mehr als 3,7 kW bis 22 kW (400V, 32A) Abgabeleistung	300 Euro
<b>Normalladen an Standsäule<sup>2</sup></b> mit Wechselstrom von mehr als 3,7 kW bis 22 kW (400V, 32A) Abgabeleistung	1.000 Euro
<b>Beschleunigtes Laden</b> mit Wechselstrom oder Gleichstrom von mehr als 22 kW bis 43 kW (400V, 63A) Abgabeleistung	2.000 Euro
<b>Schnellladen</b> mit Wechselstrom von mehr als 43 kW oder Gleichstrom von $\geq 50$ kW (500V, $\geq 125$ A) Abgabeleistung	10.000 Euro

Tabelle 11: Förderübersicht E-Ladestationen der KPC <sup>47</sup>

<sup>46</sup> Die Abkürzung KPC für „Kommunalkredit Public Consulting GmbH“ ist eine in der Fachwelt bekannte und wird auch in dieser Arbeit verwendet.

<sup>47</sup> Vgl. Homepage KPC: Informationsblatt Förderungsaktion „E-Ladeinfrastruktur“ [Online] [https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user\\_upload/media/umweltfoerderung/Dokumente\\_Betriebe/Fahrzeuge\\_Mobilitaet\\_Verkehr/UFI\\_Pauschalen\\_Infoblatt\\_ELADE\\_PAU.pdf](https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/media/umweltfoerderung/Dokumente_Betriebe/Fahrzeuge_Mobilitaet_Verkehr/UFI_Pauschalen_Infoblatt_ELADE_PAU.pdf) (Version 09/2016).

## Kosten E-Ladestation DC

Nettokosten einer DC ABB E-Tankstelle	
Ladestation ABB 2 * 50 kW DC	€ 38.000,00
Netzbereitstellungsentgelt NE6 133,80 / kW x 100 kW	€ 13.380,00
Wandlermessung und Zuleitung und Technik	€ 5.000,00
Grabungsarbeiten und Fundament	€ 3.000,00
<b>Summe:</b>	<b>€ 59.380,00</b>
Investkostenzuschuss (Förderung)	€ 10.000,00
<b>Kosten abzüglich Förderung</b>	<b>€ 49.380,00</b>

Tabelle 12: Kosten Kalkulation E-Ladestation DC 100 kW



Abbildung 19: Ladestation ABB DC 100 kW<sup>48</sup>

Wie in der Kalkulation (Tabelle 12) ersichtlich, sind die Investitionskosten sehr hoch. Alleine das Netzbereitstellungsentgelt<sup>49</sup> ist teurer als die Förderung.

<sup>48</sup> Vgl. ABB product brochure

<sup>49</sup> Vgl. Energienetze Steiermark – Tabelle Tarife Strom (Gültig ab 1.1.2016)

## Kosten E-Ladestation AC

Leistung	Einzel €	Gesamt €
<b>MENNEKES AMTRON E-Tankstelle</b>		
Amtron Ladestelle		
Mennekes Amtron Premium E T2		
11/22		
Mennekes Ladekabel länge 5 m		
Summe Amtron Ladestelle		2.347,80
Versorgungsleitung		
Steuerleitung 5*16°		
CAT 7		
Kleinmaterial Kabelführung		
Kleinmaterial AC Anschluß		
Kleinmaterial Netzwerkanbindung		
Summe Versorgungsleitung		585,20
Montage		
Regie Monteur		
KFZ-Pauschale		
Summe Montage		770,00
Summe Netto	€	3.703,00
zuzgl. 20 % gesetzl. MwSt.	€	740,60
<b>Endbetrag</b>	<b>€</b>	<b>4.443,60</b>

Abbildung 20: Angebot E-Ladestation AC Mennekes Amtron 22 kW<sup>50</sup>

Bei diesem Fabrikat sind alle Erweiterungsmöglichkeiten eingebaut. Somit ist man für die Zukunft gerüstet. Diese E-Tankstelle kommuniziert per Netzwerk mit dem bestehenden Home Manager und man kann wählen zwischen Laden mit voller Leistung beziehungsweise was das Auto aufnimmt oder mittels PV Überschussstrom. Diese Einstellungen sowie Autorisierung gehen mittels Key Karte und / oder Mennekes App.<sup>51</sup>

<sup>50</sup> Angebot Energie Wagner GmbH siehe Anhang 7.

<sup>51</sup> Nähere Infos zur Mennekes Amtron E-Tankstelle können dem Anhang 8 entnommen werden.

### 2.3.3. Heizung mittels Infrarotstrahler (Industriestrahler)



Abbildung 21: Infrarot-Industriestrahler<sup>52</sup>



Abbildung 22: Infrarot Wand- oder Deckenpaneel<sup>53</sup>

Eine weitere Möglichkeit den Überschussstrom zu einem besseren Preis zu verkaufen wäre die Beheizung der Halle oder der Büroräumlichkeiten mit Infrarotwärme.

Es besteht die Möglichkeit die bestehende Heizung bei Beginn der Heizsaison wesentlich später in Betrieb zu nehmen und vor allem bei kälteempfindlichen MitarbeiterInnen die Räumlichkeiten mittels Infrarotpaneelen zu heizen.<sup>54</sup>

### Grundlagen, Technik

Die Infrarotstrahlung können wir Menschen nicht sehen, aber als Wärme wahrnehmen. Diese angenehme Strahlungswärme ist die gleiche Strahlung wie der

<sup>52</sup> Vgl. Vitalheizung Harvey-Dach VertriebsgesmbH: Industrie-Strahlungsheizung [Online] <http://www.vitalheizung.com/global/produkte/hochleistungsstrahler/industrie-strahlungsheizung/> (verfügbar September 2016).

<sup>53</sup> Vgl. easyTherm GmbH: Produkte [Online] <https://www.easy-therm.com/produkte/modelluebersicht/> (verfügbar September 2016).

<sup>54</sup> Nähere Infos siehe Anhang 10.

Kachelofen im Wohnzimmer oder ähnlich wie die Sonne. Es ist eine elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich von 780 Nanometer bis 1 Millimeter.<sup>55</sup>

Es gibt verschiedenste Varianten von Infrarotstrahlern. In der gegenständlichen Arbeit wird ausschließlich die Infrarotheizung, die mittels Strom betrieben wird, behandelt. Bei der Infrarotheizung wird ein Körper beziehungsweise eine Oberfläche bis auf circa 80 °C erwärmt und diese gibt dann Infrarotstrahlung an die Umgebung ab. Bei Infrarotstrahlern, die außerhalb des Handbereiches (ab circa 3 Meter Höhe) montiert werden, wird die Oberflächentemperatur auf bis zu 300 °C erhöht. Dies hat den Vorteil, dass mehr Infrarotstrahlung entsandt wird und auf längere Distanzen wahrnehmbar ist. Dies ist gleich wie das Kachelofen Prinzip, je heißer der Ofen ist, desto weiter und intensiver kann die Infrarotstrahlung wahrgenommen werden.

## **Kosten**

Die Kosten für ein 500 W Infrarot Heizpaneel bewegen sich von 400 Euro bis 1.100 Euro brutto pro Stück exklusive Montage und Steuerung. Die große Preisspanne ergibt sich aufgrund der Qualitätsunterschiede der Hersteller.

Bei den Infrarot Industriestrahlern<sup>56</sup> mit einer Leistung von 3.000 W betragen die Kosten je Stück durchschnittlich 1.200 Euro brutto.

### **2.3.4. Weitere Möglichkeiten**

- Optimierung der Stapler Ladung.
- Erzeugung von Wasserstoff.

Oben angeführte Punkte werden in dieser Arbeit jedoch nicht weiter behandelt, der Vollständigkeit halber jedoch erwähnt.

---

<sup>55</sup> Vgl. Welt der Physik: Jörg Hollandt [Online]

<http://www.weltderphysik.de/gebiet/atome/elektromagnetisches-spektrum/infrarotstrahlung/> (Stand 17.04.2009).

<sup>56</sup> Nähere Infos siehe Anhang 9.

### 2.3.5. Amortisation und Empfehlung

#### Wirtschaftlichkeit Infrarot

Eine Ergänzung eines bestehenden Heizsystems mit Hilfe von Infrarotheizung (strombetrieben), die mit Überschuss Strom betrieben wird, ist allgemein gesehen eine sinnvolle Entscheidung. Vor allem wenn bei der Bestandsheizung die Rohenergie relativ teuer ist. Bei einer bestehenden Ölheizung kostet die kWh Energie circa 10 - 12 Cent (Öl, Rauchfangkehrer, Strom) im Durchschnitt.

Wenn man in diesem Fall 10 Cent ansetzt und noch circa 20 % für den besseren Wirkungsgrad der Infrarotheizung addiert, erhält man rund 12 Cent. (Infrarotheizung ist eine Strahlungswärme, dafür benötigt man circa 20 % weniger Energie im Vergleich zu einer Konvektionsheizung).

Wenn man von den 12 Cent den derzeitigen Überschusstarif in Höhe von 4 Cent subtrahiert, dann ist ein Mehrerlös von 8 Cent zu erzielen.

In Tabelle 13 sind die Kosten für einen 3.000 W Industriestrahler mit 1.650 Euro beziffert. Dieser Wert wird durch 8 Cent und nochmals durch 3 kW (Leistung Infrarotpaneel) dividiert und man erhält 6.875 Betriebsstunden. Die realistischen jährlichen Betriebsstunden belaufen sich auf circa (4 Monate: Oktober, November, Februar, März x 4 Wochen x 5 Tage x 8 Stunden) 640 Stunden im Jahr. Der Monat Dezember und Jänner wurden nicht berechnet, da wenn man die nachfolgenden Abbildungen (23 und 24) betrachtet, ersichtlich wird, dass im Monat Dezember sehr wenig (rund 600 kW) an Überschuss Strom (siehe Netzeispeisung oder gelber Balken) ist und an Arbeitstagen fast gar keiner.

Aufgrund von 2 Argumenten wird von der Investition abgesehen:

- Wie oben bereits erwähnt bleiben nur 4 Monate Betriebszeit und somit 640 Stunden. → Es würde 10 Jahre benötigen, damit die Investition exklusive Verzinsung bezahlt wäre.
- Wenn eine andere Maßnahme, wie beispielsweise ein stationärer Stromspeicher oder eine Stromtankstelle errichtet wird, dann gibt es in den Winter- und Übergangsmonaten keinen Überschuss Strom mehr.

Investkosten	Netto
Infrarot Industriestrahler	€ 1.000,00
Thermostat und Regelgeräte	€ 150,00
Div. Installationsarbeiten	€ 500,00
Gesamtinvestkosten	€ 1.650,00

Tabelle 13: Kosten Infrarot Industriestrahler



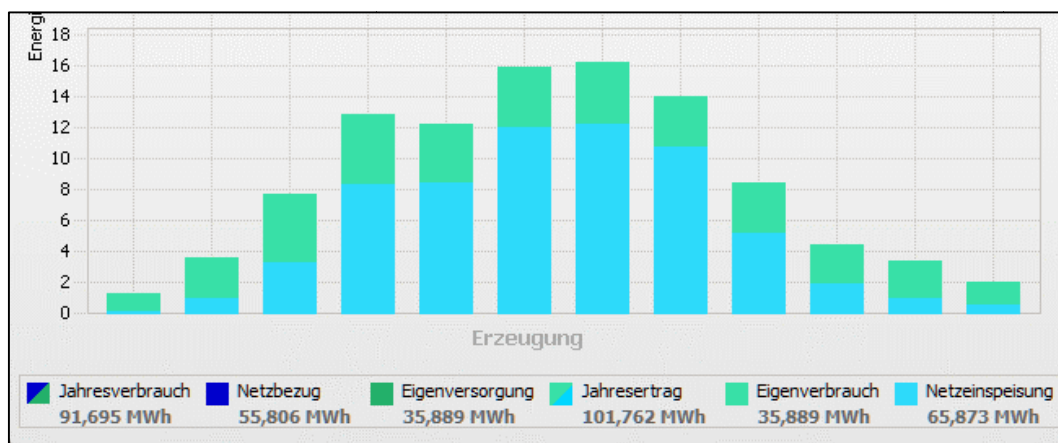


Abbildung 23: Jahresertrag (Monatswerte) der PV Bestandsanlage im Jahr 2015

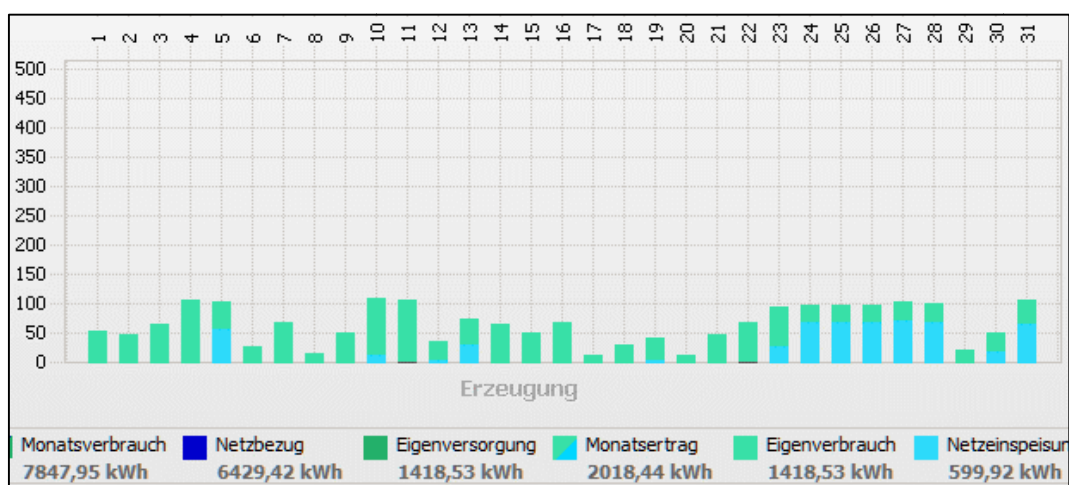


Abbildung 24: Monatsertrag (Tageswerte) der PV Bestandsanlage im Jahr 2015

## Wirtschaftlichkeit Speicher

Wie unter Punkt 2.3.1. ausführlich erklärt, kostet der auserwählte 120 kW E-Speicher rund 102.000 Euro. Dafür bekommt man derzeit eine Förderung seitens der Stadt Wien in Höhe von 5.000 Euro. Dies ergibt verbleibende Investitionskosten von 97.000 Euro.

### Was ist der kalkulatorische Erlös pro gespeicherter kWh?

Dafür wird die Differenz zwischen Strompreis für Überschusseinspeisung (derzeit 4 Cent / kWh) und dem kalkulierten Strompreis für die Eigenversorgung (derzeit 13 Cent) herangezogen. Die Differenz dieser beiden Tarife ergibt 9 Cent.

Für die Berechnung der statischen Amortisationszeit wird der durchschnittliche Ertrag in einer Periode (Jahr) benötigt. Nach einer sorgfältigen Analyse der Abbildung 23 und deren Monatswerte wurde festgestellt, dass 80 kWh an Überschussstrom in circa 7,5 Monaten realistisch sind. Für die Berechnung des durchschnittlichen Erlöses im Jahr multipliziert man die 7,5 Monate mit 30 Tage und 80 kWh, so ergibt dies 18.000 kWh. Diese 18.000 kWh werden mit der berechneten Differenz von 9 Cent multipliziert, dann ergibt dies 1.620 Euro.

$$\text{Amortisationszeit} = \frac{\text{Anschaffungswert}}{\text{jährlicher Rückfluss}} = \frac{97.000 \text{ Euro Investitionskosten}}{1.620 \text{ Euro durchschnittlicher Erlös}} = 60 \text{ Jahre}$$

Das ein Elektrospeicher mit dieser Größe unter den vorzufindenden Gegebenheiten uninteressant ist, ist mit der Amortisationsdauer von 60 Jahren ausreichend beantwortet.

Aufgrund der „gar nicht zufriedenstellenden Situation“ beim Beispiel oberhalb und der doch relativ guten Direktförderung der Stadt Wien, wird im folgenden Rechenbeispiel der Akku auf die Förderung ausgelegt.

Wie im folgenden Angebot ersichtlich, wird ein LG RESU 10H Kompaktspeicher<sup>57</sup> mit einem SMA Sunny Boy Storage 2.5<sup>58</sup> (AC-DC Anbindung). ausgewählt. Der Speicher hat 9,8 kWp Bruttoenergiekapazität und eine nutzbare Kapazität von 9,3 kWh.

---

<sup>57</sup> Datenblatt dazu siehe Anhang 11.

<sup>58</sup> Datenblatt dazu siehe Anhang 12.

Leistung	Einzel €	Gesamt €
<b>Batteriespeicher LG RESU 10 H</b>		
Speichersystem		
LG RESUM 10H Speicher		
Sunny Boy Storage 2.5		
Zubehör		
Summe Speichersystem		6.964,65
Einbindung in das Bestandsystem		
AC Einspeisung		
Netzwerkanbindung		
Div. KM		
Summe Einbindung in das Bestandsystem		630,00
Montage		
Regie Monteur		
KFZ Pau.		
Summe Montage		790,00
Summe Netto	€	8.384,65
zuzgl. 20 % gesetzl. MwSt.	€	1.676,93
<b>Endbetrag</b>	<b>€</b>	<b>10.061,58</b>

Abbildung 25: Angebot Batteriespeicher LG RESU 10 H<sup>59</sup>

Dieser Speicher kostet (exklusive Verteilerumbau) laut Angebot rund 8.400 Euro. Für einen Speicher mit 9,8 kWh Energieinhalt erhält man von der Stadt Wien 4.900 Euro an Direktförderung, somit würde sich der zu finanzierende Betrag für das Speichersystem auf 3.500 Euro reduzieren.

Aufgrund der Speichergröße und der örtlichen Gegebenheiten (100 kWp Photovoltaikanlage und dem Verbrauch) ist mit rund 400 Vollzyklen zu kalkulieren. Nun nimmt man die Kapazität von rund 9 kWh multipliziert mit 400 Zyklen und multipliziert dies wiederum mit 9 Cent (kalkulatorischer Mehrerlös zwischen Eigenverbrauch und Netzeinspeisung) so ergibt dies 324 Euro pro Jahr.

Die Amortisationszeit für dieses Speichersystem würde sich bei 3.500 Euro Investitionskosten gebrochen durch 324 Euro kalkulatorische Mehrerlöse auf 10,8 Jahre belaufen.

<sup>59</sup> Angebot Energie Wagner GmbH siehe Anhang 13.

Laut Herstellerangaben hat der Speicher eine Nutzungserwartung von 6.000 Zyklen, bei 400 pro Jahr wäre das eine zu erwartende Nutzung von 15 Jahren für den Speicher.

Ob die Nutzungserwartung des Speichers erfüllt wird und wenn ja mit welchen Wirkungsgraden kann man seriöserweise erst in rund 15 Jahren beantworten. Die meisten Akkuhersteller gewähren 10 Jahre Garantie unter normalen Bedingungen.

Vergleicht man dazu die Ertragsgarantie bei PV Modulen so hat sich mittlerweile gezeigt, dass die ersten Serienfertigungen circa 15 Jahre her sind und diese Module noch über 90 % Wirkungsgrad aufweisen. Laut den üblichen Ertragsgarantien gibt es 90 % innerhalb der ersten 10 Jahre und weitere 80 % innerhalb von 25 Jahren. Somit kann man erkennen, dass die Ertragsgarantien leicht eingehalten werden.

### Wirtschaftlichkeit E- Tankstelle (E-Mobil)

Im Vergleich zum E-Speicher und zur Infrarotheizung lässt sich der Verbrauch beziehungsweise die Nutzung der E-Tankstelle nur sehr schwer abschätzen.

Von der 50 kW DC Ladestelle wird in dieser Arbeit aufgrund des großen Risikos abgesehen. Die hohen Investitionskosten und die nicht einschätzbare Nutzung beziehungsweise damit verbundene Umsätze schrecken die meisten Investoren davon ab.

AC Laden mit E-Tankstellen mit Normalladen bis 22 kW wird im Folgenden genauer untersucht. Als eine der realistischsten Annahmen sind 2 E-Tankstellen, wobei eine für MitarbeiterInnen und Außendienstpersonal gedacht ist und die zweite für die vermieteten Parkplätze. Die Kosten der beiden E-Tankstellen würden circa 7.400 Euro betragen, wobei man 2 x 300 Euro Förderung berücksichtigen muss.

Kakulation für Firma intern und Parken Süd							Spanne /kWh		Euro Mehrerlös	
	Anzahl Auto	Ladung in kWh	Arbeitstage	kWh/Jahr	kWh von Netz	kWh von PV	Netz Ladung	PV Ladung	Netz Ladung	PV Ladung
Mitarbeiter	2	15	200	6000	2040	3960	€ 0,00	€ 0,09	€ 0,00	€ 356,40
Parkplatzvermietung	2	15	200	6000	2040	3960	€ 0,02	€ 0,15	€ 40,80	€ 594,00
									€ 40,80	€ 950,40
Gesamterlös									€ 991,20	

Tabelle 14: Mehrerlös Firma intern und Parken Süd

In obiger Tabelle ist die Annahme, das MitarbeiterInnen oder Außendienstpersonal 30 kW und Kunden vom Parkplatz ebenfalls 30 kW pro Arbeitstag (200 Mal jährlich) tanken. Des Weiteren ist die Annahme, dass 2/3 vom getankten Strom von

der PV Anlage direkt bezogen wird. Dann wäre ein Mehrerlös von rund 1.000 Euro möglich. Für diese Variante würde eine Amortisation rund 7 Jahre dauern.

Kalkulation für Parken Nord (Einkaufskunden)			Kundentage	kWh/Jahr	kWh von Netz	kWh von PV	Spanne /kWh		Euro Mehrerlös	
	Anzahl Auto	Ladung in kWh					Netz Ladung	PV Ladung	Netz Ladung	PV Ladung
Einkauf Kunden	2	18	350	12600	4284	8316	€ 0,02	€ 0,15	€ 85,68	€ 1.247,40
Einkauf Kunden	2	10	350	7000	2380	4620	€ 0,02	€ 0,15	€ 47,60	€ 693,00
							Gesamterlös		€ 133,28	€ 1.940,40
									€ 2.073,68	

Tabelle 15: Mehrerlös eventueller Parkkunden (Einkaufszentrum)

Bei genannter 2. Variante sind die beiden Tankstellen für Kunden des angrenzenden Einkaufszentrums gedacht. Hier wurde täglich mit 4 Autos kalkuliert, die 1 – 2 Stunden an diesem Parkplatz stehen und tanken. Der Mehrerlös wäre mit rund 2.000 Euro veranschlagt. Die Amortisationszeit würde 3,5 Jahre dauern, man müsste aber einen bestehenden Parkplatz nehmen oder 2 neue errichten.

## Empfehlung

### Infrarot

Die Infrarotheizung in der Lagerhalle, wo man nur die Arbeitsplätze (und nicht die gesamte Lagerhalle) mit angenehmer Strahlungswärme versorgen kann, ist eine sehr effiziente und gut regelbare Heizung. Aufgrund der Tatsache, dass in den Wintermonaten der Überschussstrom moderat ist und vermutlich eine andere Maßnahme für die Erhöhung des Eigenstromverbrauchs umgesetzt wird, wird rein ökonomisch gesehen von dieser Investition abgeraten. Trotzdem sollte diese interessante Technologie im Auge behalten werden, um zu sehen was sich in den nächsten Jahren am Markt ergibt.

### Speicher

10,8 Jahre Amortisationszeit ist für einen Speicher mit einer kalkulierten Nutzungsdauer von 15 Jahren nicht das „gelbe vom Ei“. Korrekterweise muss man erwähnen, dass der Speicher circa 60 % der Investitionskosten beträgt und die verbleibende Technik kann mit einer Nutzungsdauer von 20 – 25 Jahren angesetzt werden. Wenn der Einspeisetarif sich noch reduziert oder der Bezugsstrom vom Netz geringfügig teurer wird, dann würde sich der Elektrospeicher um 1 – 2 Jahre früher amortisieren. Aufgrund der hohen Förderung und der positiven Aussichten für die Zukunft wird dieser Investition zugestimmt.

### E-Tankstelle

Die Wirtschaftlichkeit der Elektrotankstellen lässt sich aufgrund der ungewissen Nutzung nur sehr schwierig einschätzen. Klar ist jedoch, dass das Elektroauto derzeit sehr boomt und alle Autohersteller in den nächsten 1 – 2 Jahren E-Autos der Mittelklasse ankündigen. Des Weiteren ist für die bestehende Photovoltaikanlage eine der besten Möglichkeiten den Überschuss Strom zu verkaufen. Unter der Annahme, dass die beiden angeführten Kalkulationen (Tabelle 14 und 15) in den nächsten Jahren realistisch werden, hätte man nach 3,5 – 7 Jahren die Investitionen bezahlt

Aufgrund der Tatsache, dass dies für den Betrieb der PV Anlage in den nächsten Jahren sehr interessant werden kann, wird eine Kompromisslösung mit der Installation einer Tankstelle (3.400 Euro) vorgeschlagen. Zusätzlich sollte man den Markt und eventuelle zusätzliche Förderungen nicht aus dem Auge verlieren.

Für die folgende Kalkulation ist die Ausgangsbasis der Punkt 2.2.4. Des Weiteren wurde wie folgt berücksichtigt:

- Investition Speicher mit 3.500 Euro (Förderung schon abgezogen).
- Investition einer E-Tankstelle 3.400 Euro (Förderung schon abgezogen).
- Mehrerlös Speicher, laut Kalkulation in Höhe von 324 Euro / p.a.
- Mehrerlös Tankstelle von einer Tankstelle (50 % von 1.000 Euro) in Höhe von 500 Euro / p.a.

Wie in nachstehender Grafik und Tabelle ersichtlich, kann durch diese Zusatzinvestition die dynamische Amortisationszeit von 19,2 Jahren (siehe Punkt 2.2.4) auf 18,1 Jahre verkürzt werden.

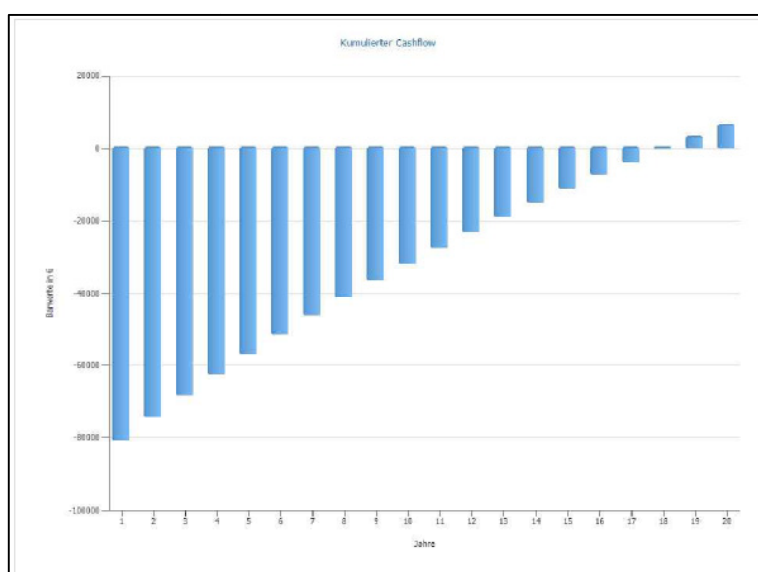


Abbildung 26: grafischer kumulierter Cash Flow bei dynamischer Berechnung + Invest Speicher und E-Tankstelle



Cashflow Tabelle					
	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
Betriebskosten	-485,44 €	-471,30 €	-457,57 €	-444,24 €	-431,30 €
Verbrauchs-kosten	-485,44 €	-471,30 €	-457,57 €	-444,24 €	-431,30 €
Sonstige Kosten	-97,09 €	-94,26 €	-91,51 €	-88,85 €	-86,26 €
Abschreibungen	-4.218,45 €	-4.095,58 €	-3.976,29 €	-3.860,48 €	-3.748,04 €
Eigenfinanzierung	-43.450,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	7.092,64 €	6.851,55 €	6.618,49 €	6.393,20 €	6.175,41 €
Sonstige Erlöse oder Einsparungen	800,00 €	776,70 €	754,08 €	732,11 €	710,79 €
Kredit-tilgungen	0,00 €	-2.925,41 €	-2.840,21 €	-2.757,48 €	-2.677,17 €
Kredit-zinsen	-1.687,38 €	-1.228,67 €	-1.107,68 €	-992,69 €	-883,47 €
Ergebnis vor Steuern	918,86 €	1.267,15 €	1.281,94 €	1.294,80 €	1.305,83 €
Steuer-erstattung	-229,71 €	-316,79 €	-320,49 €	-323,70 €	-326,46 €
Ergebnis nach Steuern	689,14 €	950,36 €	961,46 €	971,10 €	979,37 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>-38.542,41 €</b>	<b>2.120,52 €</b>	<b>2.097,54 €</b>	<b>2.074,10 €</b>	<b>2.050,24 €</b>
Kumulierter Cashflow	-38.542,41 €	-36.421,89 €	-34.324,35 €	-32.250,25 €	-30.200,01 €
Kumulierter Cashflow abzüglich noch ausstehender Kredite	-80.726,88 €	-74.452,26 €	-68.406,84 €	-62.582,56 €	-56.971,69 €
	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
Betriebskosten	-418,74 €	-406,55 €	-394,70 €	-383,21 €	-372,05 €
Verbrauchs-kosten	-418,74 €	-406,55 €	-394,70 €	-383,21 €	-372,05 €
Sonstige Kosten	-83,75 €	-81,31 €	-78,94 €	-76,64 €	-74,41 €
Abschreibungen	-3.638,87 €	-3.532,88 €	-3.429,98 €	-3.330,08 €	-3.233,09 €
Eigenfinanzierung	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	5.964,88 €	5.761,38 €	5.564,68 €	5.374,54 €	5.190,76 €
Sonstige Erlöse oder Einsparungen	690,09 €	669,99 €	650,47 €	631,53 €	613,13 €
Kredit-tilgungen	-2.599,19 €	-2.523,49 €	-2.449,99 €	-2.378,63 €	-2.309,35 €
Kredit-zinsen	-779,76 €	-681,34 €	-588,00 €	-499,51 €	-415,68 €
Ergebnis vor Steuern	1.315,11 €	1.322,75 €	1.328,82 €	1.333,42 €	1.336,62 €
Steuer-erstattung	-328,78 €	-330,69 €	-332,20 €	-333,35 €	-334,16 €
Ergebnis nach Steuern	986,33 €	992,06 €	996,61 €	1.000,06 €	1.002,47 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>2.026,01 €</b>	<b>2.001,45 €</b>	<b>1.976,61 €</b>	<b>1.951,52 €</b>	<b>1.926,21 €</b>
Kumulierter Cashflow	-28.174,00 €	-26.172,55 €	-24.195,94 €	-22.244,42 €	-20.318,22 €
Kumulierter Cashflow abzüglich noch ausstehender Kredite	-51.566,73 €	-46.360,45 €	-41.345,85 €	-36.516,20 €	-31.864,96 €
	Jahr 11	Jahr 12	Jahr 13	Jahr 14	Jahr 15
Betriebskosten	-361,21 €	-350,69 €	-340,48 €	-330,56 €	-320,93 €
Verbrauchs-kosten	-361,21 €	-350,69 €	-340,48 €	-330,56 €	-320,93 €
Sonstige Kosten	-72,24 €	-70,14 €	-68,10 €	-66,11 €	-64,19 €
Abschreibungen	-3.138,92 €	-3.047,50 €	-2.958,73 €	-2.872,56 €	-2.788,89 €
Eigenfinanzierung	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	5.013,13 €	4.841,44 €	4.675,50 €	4.515,12 €	4.360,11 €
Sonstige Erlöse oder Einsparungen	595,28 €	577,94 €	561,10 €	544,76 €	528,89 €
Kredit-tilgungen	-2.242,09 €	-2.176,78 €	-2.113,38 €	-2.051,83 €	-1.992,06 €
Kredit-zinsen	-336,31 €	-261,21 €	-190,20 €	-123,11 €	-59,76 €
Ergebnis vor Steuern	1.338,51 €	1.339,15 €	1.338,62 €	1.336,98 €	1.334,30 €
Steuer-erstattung	-334,63 €	-334,79 €	-334,65 €	-334,25 €	-333,58 €
Ergebnis nach Steuern	1.003,88 €	1.004,36 €	1.003,96 €	1.002,74 €	1.000,73 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>1.900,71 €</b>	<b>1.875,07 €</b>	<b>1.849,32 €</b>	<b>1.823,47 €</b>	<b>1.797,55 €</b>
Kumulierter Cashflow	-18.417,50 €	-16.542,43 €	-14.693,12 €	-12.869,65 €	-11.072,10 €
Kumulierter Cashflow abzüglich noch ausstehender Kredite	-27.385,85 €	-23.072,78 €	-18.919,88 €	-14.921,48 €	-11.072,10 €
	Jahr 16	Jahr 17	Jahr 18	Jahr 19	Jahr 20
Betriebskosten	-311,58 €	-302,51 €	-293,70 €	-285,14 €	-276,84 €
Verbrauchs-kosten	-311,58 €	-302,51 €	-293,70 €	-285,14 €	-276,84 €
Sonstige Kosten	-62,32 €	-60,50 €	-58,74 €	-57,03 €	-55,37 €
Abschreibungen	-2.707,66 €	-2.628,80 €	-2.552,23 €	-2.477,89 €	-2.405,72 €
Eigenfinanzierung	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	4.210,30 €	4.065,52 €	3.925,61 €	3.790,39 €	3.659,72 €
Sonstige Erlöse oder Einsparungen	513,49 €	498,53 €	484,01 €	469,92 €	456,23 €
Kredit-tilgungen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Kredit-zinsen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Ergebnis vor Steuern	1.330,65 €	1.269,74 €	1.211,26 €	1.155,10 €	1.101,19 €
Steuer-erstattung	-332,66 €	-317,44 €	-302,81 €	-288,78 €	-275,30 €
Ergebnis nach Steuern	997,99 €	952,31 €	908,44 €	866,33 €	825,89 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>3.705,65 €</b>	<b>3.581,10 €</b>	<b>3.460,67 €</b>	<b>3.344,22 €</b>	<b>3.231,61 €</b>
Kumulierter Cashflow	-7.366,45 €	-3.785,34 €	-324,67 €	3.019,55 €	6.251,16 €
Kumulierter Cashflow abzüglich noch ausstehender Kredite	-7.366,45 €	-3.785,34 €	-324,67 €	3.019,55 €	6.251,16 €

Tabelle 16: Cash Flow 20 Jahre bei dynamischer Berechnung + Invest Speicher und E-Tankstelle

### 3. Schluss

Die Stromerträge der bestehenden Photovoltaikanlage sind leicht über den Erwartungen, die Verschmutzung der Module gehört regelmäßig kontrolliert.

Wie unter Punkt 2.2.3. ersichtlich, belaufen sich die durchschnittlichen Stromgestehungskosten auf 5 Cent / kWh. Der durchschnittliche Erlös der Anlage beläuft sich auf 7 Cent somit wird ein Deckungsbeitrag in der Höhe von 2 Cent / kWh erwirtschaftet.

Bei einer ausführlichen Betrachtungsweise, unter Berücksichtigung von

- 50 % Fremdfinanzierung (3 % Zins),
- Kapitalbarwertmethode mit einem Zins von 3 % und
- 25 % Körperschaftsteuer (in der GmbH)

ist eine Amortisationszeit unter 20 Jahren möglich. → siehe Punkt 2.2.4.

Wie unter Punkt 2.2.5 ersichtlich, könnte die Amortisationszeit bei einer 15%igen Eigenverbrauchserhöhung um 1 Jahr gesenkt werden.

Die Technologien wie

- Infrarotheizung ist eine angenehme Strahlungswärme, die in vielen Bereichen ihre Anwendung findet. Es ist bei vielen Photovoltaikanlagen vor allem im Eigenheim eine sehr gute Zusatzheizung. Es muss jemanden aber bewusst sein, dass in der Heizsaison die Stromproduktion der Photovoltaikanlagen am geringsten ist. In Verbindung mit der Bestandsanlage und deren Gegebenheiten sowie einer wirtschaftlichen Analyse und Einbezug von alternativen Möglichkeiten, wird von einem Investment abgeraten.
- Der E-Speicher ist eine gute und interessante Technologie, ein Großspeicher sowie er aus technischer Sicht für die Bestandsanlage angemessen wäre, ist derzeit wirtschaftlich keinesfalls rentabel. Es soll jedoch zukünftig einige Zusatznutzen von Stromspeichern geben (wie beispielweise günstige Tarife für Netzüberschüsse, usw.), damit wird der Speicher lukrativer.

Für die Bestandsanlage wurde aufgrund der derzeitigen Fördersituation und wirtschaftlicher Sichtweise ein 10 kWp Speicher empfohlen. Die Amortisationszeit des Speichers liegt bei rund 10 Jahren und die Nutzungserwartung des Speichers bei 15 Jahren. Ob die Nutzungserwartung des Speichers erfüllt wird



und welcher Systemwirkungsgrad dann noch erzielt werden kann, kann derzeit seriöserweise keiner sagen.

- Die E-Tankstellen und deren Rentabilität sind bei großen Investitionen mit viel Risiko verbunden. Trotzdem hat die E-Mobilität riesige Wachstumszahlen und wird für die Bestandsanlage beziehungsweise dessen Überschussstrom ein sehr interessantes Thema werden. Nach ausführlicher Analyse wird aufgrund der überschaubaren Kosten eine E-Ladetankstelle mit bis 22 kW Leistung empfohlen. Die Prognose der zukünftigen Umsätze ist schwierig, aber bei den angenommenen Werten, ist die Amortisationszeit sehr interessant.

Abschließend kann gesagt werden, dass die Erträge der Bestandsanlage leicht über den Prognosen sind, die Wirtschaftlichkeit jedoch durchgewachsen ist. Die zusätzlich diskutierten Möglichkeiten wie Infrarotheizung, E-Speicher und E-Ladestation (E-Mobility) sind sehr interessant, wirtschaftlich gesehen jedoch derzeit ohne Förderungen nicht darstellbar und aufgrund der Fördersituation wird ein kleiner Speicher sowie eine E-Ladestation empfohlen. Es wird sich technologisch und preislich auf diesem Gebiet in den nächsten Jahren sehr viel weiterentwickeln. Daher wird empfohlen die Materie laufend zu verfolgen.

## Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Datenblatt PV Modul - Yingli Solar

Anhang 2: Datenblatt Wechselrichter - REFUsoI

Anhang 3: Info Montagematerial - Schletter AluGrid100+

Anhang 4: Datenblatt Speicher – BMZ Energy Storage System 7.0

Anhang 5: Datenblatt Lithiumspeicher – TESVOLT

Anhang 6: Angebot Energie Wagner GmbH – Batteriespeicher Tesvolt 120 kWh

Anhang 7: Angebot Energie Wagner GmbH – E-Tankstelle MENNEKES  
AMTRON

Anhang 8: Ausschnitt E-Ladestation - Infofolder MENNEKES

Anhang 9: Datenblatt Industriestrahler - Vitalheizung

Anhang 10: Datenblatt Infrarotpaneel - Vitalheizung

Anhang 11: Datenblatt Speicher - LG

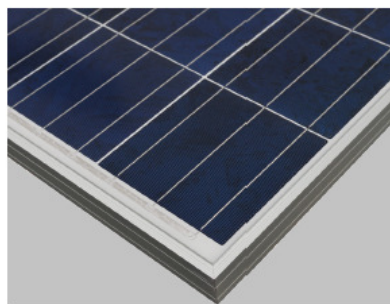
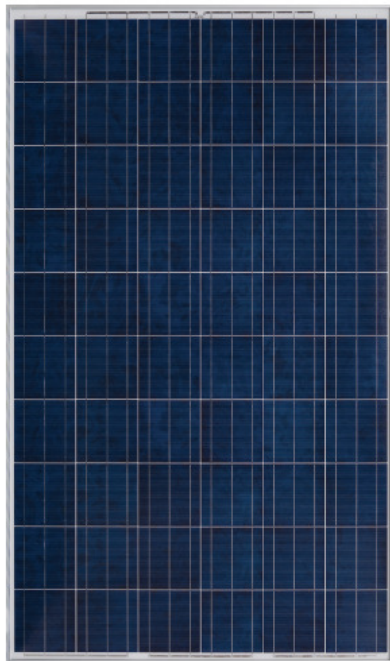
Anhang 12: Datenblatt Batterie-Wechselrichter – SMA Sunny Boy Storage 2.5  
(Seite 1)

Anhang 13: Angebot Energie Wagner GmbH – Batteriespeicher LG RESU 10 H

## Anhang 1: Datenblatt PV Modul - Yingli Solar (Seite 1)

**YGE 60 Cell  
40mm SERIE**Powered by **YINGLI**

YL260P-29b  
~~YL255P-29b~~  
 YL250P-29b  
 YL245P-29b  
 YL240P-29b  
 YL235P-29b  
 YL230P-29b

**ÜBER YINGLI GREEN ENERGY**

Yingli Green Energy Holding Company Limited (NYSE: YGE) ist einer der größten komplett vertikal integrierten Hersteller von Solarmodulen der Welt, der seine Produkte unter der Marke „Yingli Solar“ vertreibt. Über 4,5GW unserer Module sind weltweit installiert, das macht uns zu einem führenden Solarenergie-Unternehmen, dessen Erfolg auf bewiesener Produktzuverlässigkeit und nachhaltiger Leistung beruht. Wir sind zudem das erste Unternehmen für erneuerbare Energien und das erste chinesische Unternehmen, das die FIFA Fußball-Weltmeisterschaft™ gesponsert hat.

**LEISTUNG**

- Durch hocheffiziente multikristalline Solarzellen und hochtransparentes Glas mit strukturierter Oberfläche erreichen unsere Module einen Wirkungsgrad von bis zu 16,2%. So werden Installationskosten minimiert und die kWh-Abgabe Ihres Systems pro Fläche maximiert.
- Eine enge, positive Leistungstoleranz von 0W bis +5W stellt sicher, dass Sie Module erhalten, deren Leistung bei oder über dem nominellen Wert liegt, und trägt dazu bei, Mismatch-Verluste zu minimieren und dadurch den Ertrag des PV-Systems zu verbessern.
- Spitzenplatzierungen im „TÜV Energy Yield Test“ und im „PHOTON Test“ beweisen die hohe Leistungsfähigkeit und hervorragende Jahreserträge.

**ZUVERLÄSSIGKEIT**

- Tests durch unabhängige Labors belegen, dass Yingli Solar Module:
  - ✓ Zertifizierungsanforderungen und weitere Normen vollständig erfüllen.
  - ✓ Windlasten von bis zu 2,4kPa und Schneelasten von bis zu 5,4kPa standhalten, was ihre mechanische Stabilität bestätigt.
  - ✓ Erfolgreich die Einwirkung von Ammoniak und Salznebel bei höchsten Belastungsgraden aushalten und damit auch unter widrigen Umgebungsbedingungen ihre Leistung erbringen.
- Unsere Produktionsstätten sind durch den TÜV Rheinland zertifiziert gemäß ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 und BS OHSAS 18001:2007.

**GARANTIEN**

- Beschränkte Produktgarantie<sup>1</sup>: 10 Jahre.
- Beschränkte Leistungsgarantie<sup>1</sup>: Bis zum 10. Jahr auf 91,2% der Nennleistung, bis zum 25. Jahr auf 80,7% der Nennleistung.

<sup>1</sup>Gemäß den Bedingungen unserer Beschränkten Garantie.

**QUALIFIKATIONEN & ZERTIFIKATE**

IEC 61215, IEC 61730, MCS, CE, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, BS OHSAS 18001:2007, SA 8000, PV Cycle



**YINGLISOLAR.COM**

## ELEKTRISCHES VERHALTEN

### Elektrische Parameter bei Standard-Testbedingungen (STC)

Modultyp				YL004P-29b (3000-F <sub>max</sub> )					
Leistung	P <sub>max</sub>	W	260	255	250	245	240	235	230
Leistungstoleranz	$\Delta P_{max}$	W				0 / +5			
Modulwirkungsgrad	$\eta_{mod}$	%	15,9	15,6	15,3	15,0	14,7	14,6	14,1
Spannung bei P <sub>max</sub>	V <sub>mp</sub>	V	30,9	30,6	30,4	30,2	29,5	29,5	29,8
Strom bei P <sub>max</sub>	I <sub>mp</sub>	A	8,41	8,32	8,24	8,11	8,14	7,97	7,80
Leerlaufspannung	V <sub>oc</sub>	V	38,9	38,7	38,4	37,8	37,5	37,0	37,0
Kurzschlussstrom	I <sub>sc</sub>	A	8,98	8,88	8,79	8,63	8,65	8,54	8,40

STC: 1000W/m<sup>2</sup> Einstrahlung, 25°C T<sub>zulu</sub>, AM 1,5 Spektrum gemäß EN 60904-3.  
Mittlere Verringerung des relativen Wirkungsgrads von 5% bei 200W/m<sup>2</sup> gemäß EN 60904-1.

#### Elektrische Parameter bei Nenn-Betriebstemperatur (NOCT)

Leistung	$P_{\text{max}}$	W	188,3	184,7	181,1	177,9	174,3	170,7	167,0
Spannung bei $P_{\text{max}}$	$V_{\text{reg}}$	V	28,1	27,9	27,6	27,2	26,6	26,6	26,6
Strom bei $P_{\text{max}}$	$I_{\text{max}}$	A	6,70	6,63	6,56	6,54	6,56	6,42	6,29
Leerlaufspannung	$V_{\text{oc}}$	V	35,9	35,7	35,4	34,5	34,2	33,8	33,8
Kurzschlussstrom	$I_{\text{sc}}$	A	7,27	7,19	7,12	6,99	7,01	6,92	6,81

NOCT: Betriebstemperatur des Moduls im Leerlauf bei 800W/m<sup>2</sup> Einstrahlung, 20°C T<sub>Umgebung</sub>, Windgeschwindigkeit 1m/s

## THERMISCHES VERHALTEN

Nennbetriebstemperatur der Zelle	NOCT	°C	46 +/- 2
Temperaturkoeffizient für $P_{max}$	$\gamma$	%/°C	-0,45
Temperaturkoeffizient für $V_{oc}$	$\beta_{voc}$	%/°C	-0,33
Temperaturkoeffizient für $I_{sc}$	$\alpha_{isc}$	%/°C	0,06
Temperaturkoeffizient für $V_{mp}$	$\beta_{mp}$	%/°C	-0,45

## BETRIEBSBEDINGUNGEN

Max. Systemspannung	1000V <sub>ac</sub>
Max. Vorsicherungswert	15A
Max. Rückstrom	15A
Betriebstemperatur	-40°C bis 85°C
Max. statische Last, vorne (z. B. Schnee und Wind)	5400Pa
Max. statische Last, hinten (z. B. Wind)	2400Pa
Max. Hagelschlag (Durchmesser / Aufprallgeschwindigkeit)	25mm / 23m/s

## MATERIALIEN UND KOMPONENTEN

Front-Abdeckung (Material / Dicke)	Eisenarmes getempertes Glas / 3,2mm
Zellentyp (Anzahl / Technologie / Maße / Zahl der Sammelschienen)	60 / Multikristallines Silizium / 156mm x 156mm / 2 oder 3
Zelleneinbettung (Material)	Ethylvinylacetat (EVA)
Rahmen (Material / Farbe / Farbe der Elaxierung / Rahmenverklebung)	Fluorierte Aluminiumlegierung / Silber / Klar / Silikon oder Klebeband
Anschlussdose (Schutzart)	≥ IP65
Kabel (Länge / Leiterquerschnitt)	1100mm / 4mm²
Stecker (Typ / Schutzart)	MC4 / IP67 oder YTO8-1 / IP67 oder Amphelph H4 / IP68

- Wägen kontinuierlicher Innovation, Forschung und Produktverbesserung können sich die Angaben auf diesem Datenblatt ohne vorherige Benachrichtigung ändern. Die Angaben können leicht abweichen und sind nicht garantiert.
- Die Daten beziehen sich nicht auf ein einzelnes Modul und sind nicht Teil des Angebots. Sie dienen lediglich zum Vergleich verschiedener Modultypen.

**Yingli Green Energy Holding Co. Ltd.**  
service@yinglisolar.com  
Tel: 0086-312-8929802

YINGLISOLAR.COM

© Yingli Green Energy Holding Co. Ltd. DS\_YGE60Cell-29b\_40mm\_DE\_DE\_201212\_v02.20

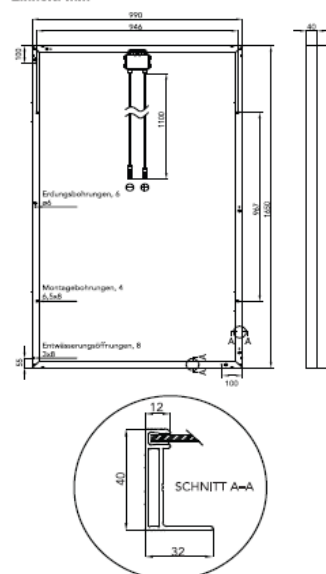
## ALLGEMEINE MERKMALE

Abmessungen (Länge / Breite / Dicke)	1650mm / 990mm / 40mm
Gewicht	19,1kg

**VERPACKUNG**

Anzahl von Modulen pro Palette	26
Anzahl von Paletten pro 40' Container	28
Kartongröße (Länge / Breite / Höhe)	1700mm / 1150mm / 1190mm
Kartonbruttogewicht	534kg

Einheit: mm



Warnung: Lesen Sie das gesamte Installations- und Benutzerhandbuch bevor Sie Yingli Solar Module handhaben, installieren oder benutzen.

Unsere Partner:



## Anhang 2: Datenblatt Wechselrichter - REFUsol (Seite 1)

## Technical datasheet

**REFUsol 008K-020K**

For medium-sized to megawatt installations



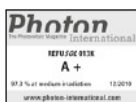
- Lightweight & compact
- Highest efficiency (98.2%)
- Easy installation
- Outdoor (IP65)
- Maintenance free

The three-phase string inverters in the 8.25 to 20 kW power classes are perfect for rooftop systems from 8 kW upwards, right through to megawatt parks. They comply with all requirements for IP65 protection – their housing provides reliable protection from dust and water, including high pressure washing. These systems can therefore be installed out in the open without any problem. All five string inverters are **easy to handle and compact**. For example, they can be installed on an area smaller than three A4 pages laid side by side. Operation and monitoring are easy, further facilitated by the graphic display, the integrated RS485 interface and an Ethernet connection.

Fast MPP tracking and a wide input voltage range also ensure the high levels of efficiency that are typical in REFUsol systems. Even at low irradiation, the three-phase inverters

achieve an **efficiency of up to 98.2%**. As a result of these high efficiency levels convection cooling is all that's needed to dissipate the heat. Thanks to the low voltage fluctuations against earth, the transformerless devices can also be used for many thin-film modules.

The integrated data-logger can send all important operating data to the REFUlog internet portal. For visualization and evaluation purposes, data can be transferred via the standard cable or an optional wireless connection using the new REFUconnect radio module. Comprehensive information on operating conditions and the productivity of your plant is available at any time.



Also available as UL model

## Anhang 2: Datenblatt Wechselrichter - REFUsol (Seite 2)

refusol.com

TECHNICAL DATA	REFUsol 008K	REFUsol 010K	REFUsol 013K	REFUsol 017K	REFUsol 020K
Item no.	803R008	803R010	808R013	808R017	808R020
DC DATA					
Recommended max. PV power, kWp	9.9	12.0	15.6	20.4	24.0
MPPT range, V	370 ... 850	410 ... 850	430 ... 850	460 ... 850	490 ... 850
DC start voltage, V	350				
Max. DC voltage, V	1000				
Max. DC current, A	23.0	25.0	31.1	38.3	41.8
MPP tracker	1				
Number of DC connections	3 x MC4		4 x MC4	6 x MC4	
DC isolator	Yes				
AC DATA					
Rated AC power, kW	8.25	10.0	13.0	17.0	20.0
Max. apparent power, kVA	8.25	10.0	13.0	17.0	20.0
AC power supply connection	L1, L2, L3, N, PE				
Rated power factor / range	1 / 0.8i ... 0.8c				
Rated voltage AC, V	400				
Voltage range AC, V	320 ... 460				
Rated frequency / frequency range, Hz	50, 60 / 45 ... 65				
Max. AC current, A	3 x 12	3 x 16	3 x 21	3 x 29	3 x 29,2
Max. distortion factor THD, %	2.5	1.8	2.5	1.8	
Max. efficiency, %	98.0		98.2		
European efficiency, %	97.3	97.4	97.5	97.8	
Feed-in starting at, W	50				
Internal consumption in night operation, W	< 0.5				
FEATURES					
Cooling	Natural convection				
Ambient temperature, °C	-25 ... +55				
Relative ambient humidity, %	0 ... 100				
Site altitude, m	2000		4000*		
Noise level, dBA	< 45				
Internal overvoltage protection (EN 61643-11)	Type 3				
Protection class (IEC 62103)	I				
Overvoltage category (EN 60664-1)	DC: II, AC: III				
Environmental classifications IEC 721-3-4	4K4H				
Certificates	Current certificates can be found on our website				
Automatic disconnection	Acc. to VDE 0126-1-1				
GENERAL DATA					
Interfaces	Ethernet, RS485, isolation and irradiation sensor				
Protection class (IEC 60529)	IP65				
Dimensions w x h x d, mm	535 x 601 x 225		535 x 601 x 277		
Weight, kg	28.5		32.2	38.4	

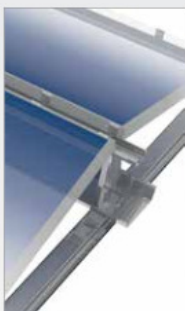
\*Observe derating of the DC voltage.

Subject to modification. Technical specifications are subject to change without notice.

REFUsol GmbH | Uracher Straße 91 | 72555 Metzingen | Germany | Tel. +49 7123 969-0 | Fax +49 7123 969-165 | info@refusol.com

REFUsol\_008-020K\_Datasheet\_EN\_V13-20140909

## Anhang 3: Info Montagematerial - Schletter AluGrid100+

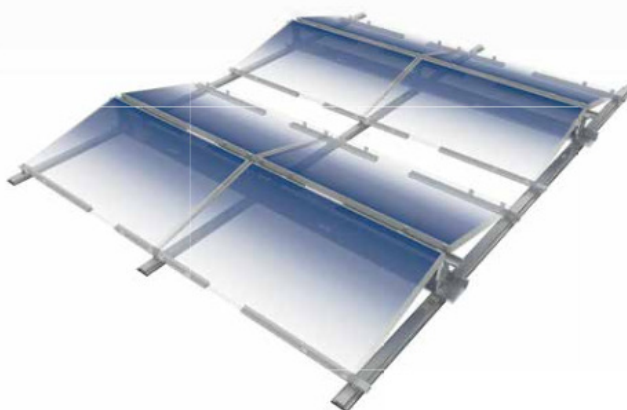


### AluGrid100+

#### Das variable Ost-West-System

AluGrid100+ vereint die Eigenschaften von AluGrid100 und AluGrid+. Die mitgelieferten Modulauflegerprofile des Flachdachsystems erlauben es, die Klemmpunkte für die PV-Module um bis zu 25 % nach innen zu versetzen. Deshalb ist es möglich, die Module auch dann exakt nach den Vorgaben der Modulhersteller zu klemmen, wenn sich diese für die Klemmung an der Ecke nicht eignen. Der Neigungswinkel der Panels ist dabei gegenüber der Grundversion um ca. 1° nur geringfügig verringert. Den genauen Aufständerungswinkel können sie mit dem AluGrid-Kalkulator berechnen.

Wie bei AluGrid100 sind die Module zudem in Ost-West-Richtung angebracht, wodurch die Verschattungsabstände entfallen und die Flächenleistung steigt. Das System kommt ohne Windsafe-Bleche aus. Die Module sind sowohl unten als auch oben mit den AluGrid Modul-Federklammern an den Auflagerprofilen befestigt. Mittels der AluGrid-Befestigungsklammern angebrachte Ballastschächte ermöglichen eine bedarfsgerechte Beschwerung des Systems und fungieren zugleich als Reihenverbund der Durchlaufträger.





## Anhang 4: Datenblatt Speicher – BMZ Energy Storage System 7.0

### ENERGY STORAGE SYSTEM 7.0

#### DER HOCHEFFIZIENTE SPEICHER FÜR REGENERATIVE ENERGIEN

- Umweltschonende Lithium-Ionen-Batterietechnologie
- Bis zu 20 Jahre Lebensdauer
- Zyklusfestigkeit bei hohen Strömen
- Beliebige Teilzyklisierung – kein Memory-Effekt
- Schnellladefähig: In einer Stunde aufgeladen
- Effizienter Betrieb durch aktive Temperaturregelung
- Sicherheitsgeprüfte Technologie nach neuesten Standards
- Integriertes mehrstufiges Sicherheitskonzept
  - Tiefentladeschutz, Überladeschutz
  - Spannung- und Temperaturüberwachung
  - Ladungsausgleich zwischen Zellen (passives Balancing)
  - Bestimmung des Lade- und Alterungszustands (SOC und SOH)
- Entwickelt in Anlehnung an VDE-AR-E-2510-2, VDE-AR-E 2510-50, DIN EN 62619, UN 38.3, CE
- Kompatibel zu SMA, Victron und Studer
- Multiclusterefähig

#### Technische Daten ESS 7.0

Nominalspannung	55,5 V
Kapazität	121,5 Ah
Nominaler Energieinhalt	6,8 kWh
Nutzbarer Energieinhalt	5,4 kWh
Vollzyklen	5000
Entladungstiefe DOD	80%
Max. Entladestromstärke	300 A (3 sec.)
Schutzart	IP 21
Möglicher Betriebsbereich	0° bis +45°
Max. Luftfeuchtigkeit	85% nicht kondensierend
Stromanschluss	2 Schraubklemmen 50 mm <sup>2</sup>
Abmessungen (BxTxH)	ca. 645x490x465 mm
Gewicht	95 kg

#### ESS 7.0

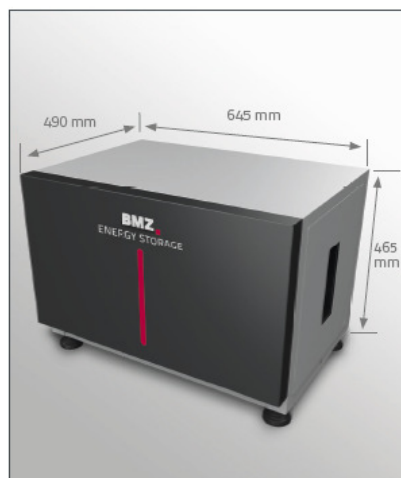


Abbildung kann abweichen

#### ESS 7.0 PREMIUM

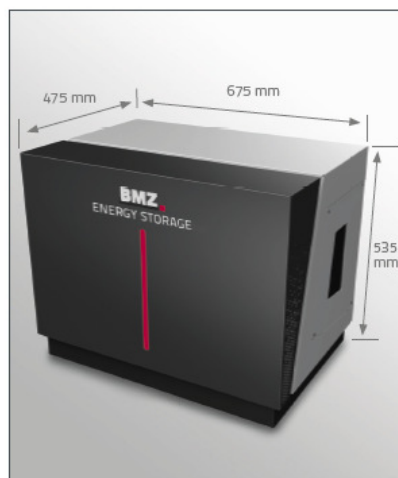


Abbildung kann abweichen

BMZ ESS 7.0 | v-Seiter 06/2016



## Anhang 5: Datenblatt Lithiumspeicher – TESVOLT (Seite 1)

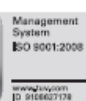
**TESVOLT**  
SPEICHERTECHNOLOGIE

## Der Lithiumspeicher für Gewerbe & Industrie

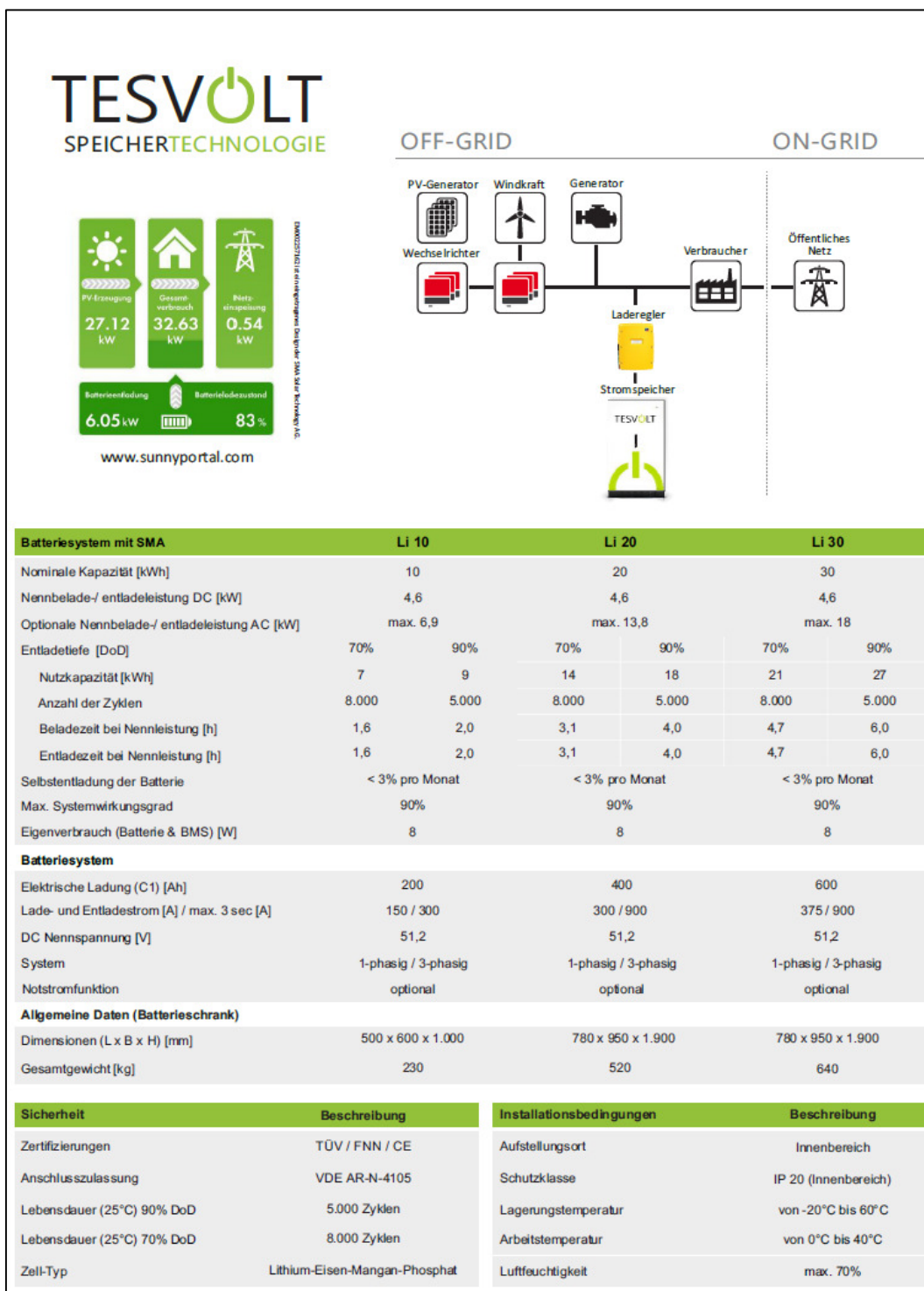
Der passt immer.



- ⚡ Für Solar-, Wind-, Wasserkraft-, Biogasanlagen und BHKWs
- ⚡ Aktives bidirektionales Batteriemanagement
- ⚡ 10 Jahre Leistungsgarantie
- ⚡ Echter Ersatzstrom (900 A)
- ⚡ Spitzenlastkappung
- ⚡ On- und Off-Grid
- ⚡ Inselnetzfähig
- ⚡ Nulleinspeisung




## Anhang 5: Datenblatt Lithiumspeicher – TESVOLT (Seite 2)

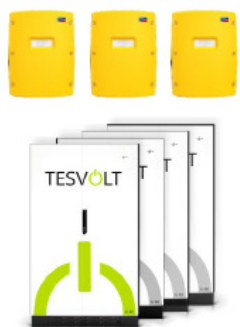


## Anhang 5: Datenblatt Lithiumspeicher – TESVOLT (Seite 3)


1-phasig



3-phasig








Multicluste



Li 40		Li 50		Li 60		Li 120		Li FLEX
40		50		60		120		
13,8		13,8		18		18		
max. 18		max. 18		max. 36		max. 72		
70%	90%	70%	90%	70%	90%	70%	90%	
28	36	35	45	42	54	84	108	
8.000	5.000	8.000	5.000	8.000	5.000	8.000	5.000	
2,1	2,6	2,5	3,3	2,4	3,0	4,7	6,0	
2,1	2,6	2,5	3,3	2,4	3,0	4,7	6,0	
< 3% pro Monat		< 3% pro Monat		< 3% pro Monat		< 3% pro Monat		
90%		90%		90%		90%		
8		8		8		16		
800		1.000		1.200		2.400		
375 / 900		375 / 900		375 / 900		375 / 900		
51,2		51,2		51,2		51,2		
1-phasig / 3-phasig		1-phasig / 3-phasig		1-phasig / 3-phasig		1-phasig / 3-phasig		
optional		optional		optional		optional		
780 x 950 x 1.900		780 x 950 x 1.900		780 x 950 x 1.900		2 x (780 x 950 x 1.900)		
760		870		990		2 x 990		

Garantie (Batterie)	Beschreibung
Gewährleistung	2 Jahre
Zeitwertersatzgarantie*	10 Jahre
Leistungsgarantie	10 Jahre
Recycling	kostenlose Rücknahme


Individuelle Wunschkapazität möglich.  
Lassen Sie sich zum TESVOLT-Baukastensystem beraten.

\*nur in Verbindung mit KMV-Programm 275

Stand 06.06.2016

## Anhang 6: Angebot Energie Wagner GmbH – Batteriespeicher Tesvolt 120 kWh

 <p>Energie Wagner GmbH www.energiewagner.at</p> <p>Energie Wagner GmbH • Buchberg 37 • 8262 ILZ office@energiewagner.at • Tel.: +43 (0) 664 / 50 31 804</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E-Installationen</li> <li>• Photovoltaik</li> <li>• Blitzschutz</li> <li>• Alarmanlagen</li> <li>• Hackgut An- und Verkauf</li> <li>• Wärme- und Umwelttechnologie</li> </ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Robert Wagner Buchberg 37 8262 Ilz	Datum: 21.10.2016  Kunden-Nr.: 1392 Angebots-Nr.: 2016/167 Kunden-UID:
------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

## Angebot


Wir danken für Ihre Anfrage und erlauben uns Ihnen wie folgt anzubieten:

Position	Menge	ME	Leistung	Einzel €	Gesamt €
<b>Batteriespeicher Tesvolt 120 kWh</b>					
1			Speichersystem		
1.1	1	Stk.	Batterieschrank LI 120		
1.2	1	Stk.	Sunny Island 3*8.0		
1.3	1	Pau.	Zubehör		
Summe Speichersystem					99.297,00
2			Einbindung in das Bestandsystem		
2.1	1	Pau.	AC Einspeisung		
2.2	1	Pau.	Netzwerkanbindung		
2.3	1	Pau.	Div. KM		
Summe Einbindung in das Bestandsystem					1.640,00
3			Montage		
3.1	20	Std.	Regie Monteur		
3.2	1	Pau.	KFZ Pau.		
Summe Montage					1.020,00
Summe Netto				€	101.957,00
zuzgl. 20 % gesetzl. MwSt.				€	20.391,40
<b>Endbetrag</b>				<b>€</b>	<b>122.348,40</b>


Zahlungsbedingungen:  
Netto bei Rechnungserhalt

Wir verweisen auf die allgemeinen Geschäftsbedingungen für Elektroinstallateure. Die Ware bleibt bis zur vollständigen Bezahlung im Eigentum des Verkäufers. Wir würden uns freuen Ihren Auftrag zu erhalten.



## Anhang 7: Angebot Energie Wagner GmbH – E-Tankstelle MENNEKES AMTRON

 <p>Energie Wagner GmbH www.energiewagner.at</p> <p>Energie Wagner GmbH • Buchberg 37 • 8262 ILZ office@energiewagner.at • Tel.: +43 (0) 664 / 50 31 804</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>E-Installationen •</li> <li>Photovoltaik •</li> <li>Blitzschutz •</li> <li>Alarmanlagen •</li> <li>Hackgut An- und Verkauf •</li> <li>Wärme- und Umwelttechnologie •</li> </ul>			
<p>Robert Wagner Buchberg 37 8262 Ilz</p>		<p>Datum: 21.10.2016</p> <p>Kunden-Nr.: 1392</p> <p>Angebots-Nr.: 2016/165</p> <p>Kunden-UID:</p>			
<h3>Angebot</h3> <p>Wir danken für Ihre Anfrage und erlauben uns Ihnen wie folgt anzubieten:</p>					
Position	Menge	ME	Leistung	Einzel €	Gesamt €
<b>MENNEKES AMTRON E-Tankstelle</b>					
1			Amtron Ladestelle		
1.1	1	Stk.	Mennekes Amtron Premium E T2 11/22		
1.2	1	Stk.	Mennekes Ladekabel länge 5 m		
Summe Amtron Ladestelle					2.347,80
2			Versorgungsleitung		
2.1	20	m	Steuerleitung 5*16°		
2.2	20	m	CAT 7		
2.3	1	Pau.	Kleinmaterial Kabelführung		
2.4	1	Pau.	Kleinmaterial AC Anschluß		
2.5	1	Pau.	Kleinmaterial Netzwerkanbindung		
Summe Versorgungsleitung					585,20
3			Montage		
3.1	15	Std.	Regie Monteur		
3.2	1	Pau.	KFZ-Pauschale		
Summe Montage					770,00
Summe Netto				€	3.703,00
zuzgl. 20 % gesetzl. MwSt.				€	740,60
<b>Endbetrag</b>				€	<b>4.443,60</b>
<p>Zahlungsbedingungen: Netto bei Rechnungserhalt</p> <p>Wir verweisen auf die allgemeinen Geschäftsbedingungen für Elektroinstallateure. Die Ware bleibt bis zur vollständigen Bezahlung im Eigentum des Verkäufers. Wir würden uns freuen Ihren Auftrag zu erhalten.</p>					

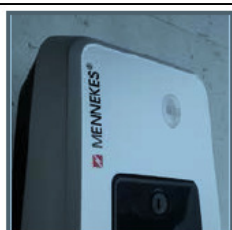
## Anhang 8: Ausschnitt E-Ladestation - Infofolder MENNEKES (Seite 1)



# AMTRON®

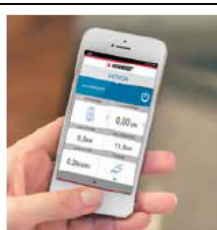
Die Heimpladestation.  
Mit Ideen aufgeladen.



**Energiezähler.** Ihren Energieverbrauch können Sie jederzeit direkt an Ihrer Heimpladestation ablesen. In Verbindung mit der MENNEKES Charge APP können Sie die Verbrauchswerte komfortabel über Ihr Smartphone oder Tablet digital auslesen und darüber hinaus für Ihre persönliche Energiestatistik nutzen.



**Schlösselschalter.** Die einfachste Form der Zugangsberechtigung ist der Schlösselschalter für die AMTRON® Heimpladestationen. Dieser ermöglicht Ihnen eine dauerhafte oder einmalige Freigabe sowie eine permanente Abschaltung. Jeder, der einen Schlüssel besitzt, kann Ihre Heimpladestation verwenden.



**MENNEKES Charge APP.** Ihr Smartphone oder Ihr Tablet kann Ihre AMTRON® Heimpladestation steuern und sorgt für den perfekten Überblick. Weitere Informationen über die MENNEKES Charge APP siehe Seite 6-11.



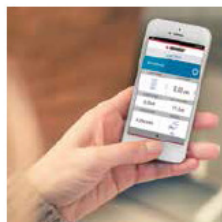
**RFID-Ladekarten.** Bis zu 100 Nutzer können über eine individuelle RFID-Karte Zugang zu einer oder mehreren AMTRON® Heimpladestationen erhalten. Das Einlesen der Ladekarten erfolgt dabei direkt am Gerät. Zusätzlich können die verschiedenen Nutzer bequem über die MENNEKES Charge APP verwaltet werden. Weitere Informationen siehe Seite 9.



## Anhang 8: Ausschnitt E-Ladestation - Infolder MENNEKES (Seite 2)

# KOMFORT DER NEUEN GENERATION.

Behalten Sie den Überblick: Unsere MENNEKES Charge APP informiert Sie über die geladene Energie, den Betriebszustand, Ihren Energieverbrauch und die anfallenden Stromkosten. Sie können AMTRON® in Ihr Heimnetzwerk einbinden. Entweder mit Kabel (LAN) oder drahtlos (WLAN).



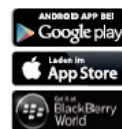
Die MENNEKES Charge APP zeigt Ihnen alle Informationen zum Status der laufenden Ladung. Sie können den Vorgang jederzeit ferngesteuert starten oder stoppen. Parken Sie Ihr Elektroauto am Nachmittag und verbinden Sie es mit der Heimpladestation. Der Ladevorgang startet automatisch oder dann wenn Sie wollen – bequem vom Sofa aus.



AMTRON® kann ohne die Verlegung von Netzwerkleitungen in Ihr drahtloses Heimnetzwerk eingebunden werden. Das integrierte WLAN-Modul ermöglicht alternativ auch eine Steuerung ohne Heimnetzwerk. Die perfekte Lösung für die Mobilität der Zukunft. Bequem, einfach und komfortabel.

### Die MENNEKES Charge APP gratis downloaden!

Die MENNEKES Charge APP ist im Apple® App Store, im Google® Play Store und in BlackBerry World® kostenlos erhältlich.



Ihre AMTRON® Heimpladestation kann mit und ohne MENNEKES Charge APP betrieben werden – lassen Sie sich inspirieren.

# MEINE LADESTATION.

AMTRON® mit  
MENNEKES Ladesteckdose (Typ 2)



				RFID-System		RFID-System	
				FI integriert		FI integriert	
				Digitaler Zähler von außen ablesbar	Digitaler Zähler per APP ablesbar	Digitaler Zähler per APP ablesbar	Digitaler Zähler per APP ablesbar
				Schlüsselschalter	Charge APP über LAN/WLAN	Charge APP über LAN/WLAN	Charge APP über LAN/WLAN
LED-Statusanzeige Stopp-Taster	LED-Statusanzeige Reset-Taster	LED-Statusanzeige Reset-Taster	LED-Statusanzeige Multifunktions-Taster	LED-Statusanzeige Reset-Taster	LED-Statusanzeige Multifunktions-Taster	LED-Statusanzeige Reset-Taster	LED-Statusanzeige Multifunktions-Taster
Start E	Standard E	Basic E	Basic R	Xtra E	Xtra R	Premium E	Premium R
kW Bestellnr.	kW Bestellnr.	kW Bestellnr.	kW Bestellnr.	kW Bestellnr.	kW Bestellnr.	kW Bestellnr.	kW Bestellnr.
3,7 1350400	3,7/7,4* 1358400	3,7/7,4* 1353400	11 1353451	3,7/7,4* 1354400	11 1354451	11/22* 1355451	3,7/7,4* 1355400
11 1350401	11/22* 1358401	11/22* 1353401		11/22* 1354401			11 1355401

\* Geräte werden mit 16 A ausgeliefert, können nachträglich jedoch auf 32 A eingestellt werden. Bei Betrieb mit 32 A ist ein 32 A Ladekabel obligatorisch.

## Anhang 9: Datenblatt Industriestrahler - Vitalheizung

### Industriestrahler HVHS+30S

Der Industriestrahler HVHS+30S ist perfekt geeignet für Räume mit einer Deckenhöhe von 3,5 bis 10 Meter. Die Hallenheizung HVHS, auch Industriestrahlsheizung genannt, ist vor allem für das Beheizen von industriellen und landwirtschaftlichen Objekten sowie Lagerobjekten bestimmt.

#### Technische Daten

Typenbezeichnung	<b>Industriestrahler Edelstahl</b>
Leistung	<b>3000 Watt/3 kW</b>
Länge	<b>1550 mm</b>
Breite	<b>350 mm</b>
Tiefe	<b>60 mm</b>
Spannung	<b>400 Volt</b>
Strom	<b>13,04 Ampere</b>
Schutzklasse	<b>IP44</b>
Gewicht	<b>17,9 kg</b>
Montage	<b>Wand- und Deckenmontage</b>
Ausführung	<b>Edelstahl</b>
EAN Code	<b>9120049610822</b>
Artikel-Nr.	<b>040530</b>
Garantie	<b>2 Jahre</b>

**Preis: € 1.135,80**

Empfohlener Verkaufspreis inkl. MwSt.

Empfehlen Sie diese Seite weiter:



1 Abbildung

#### Noch Fragen zu diesem Produkt?

Wir beraten Sie gerne und klären auch für Sie, ob diese Heizungsart für Ihre Anwendung und Baukörper (Wohnung, Haus, Apartment, Garage, ...) geeignet ist. [Jetzt Termin vereinbaren](#)

**Produktanfrage**

**Händler suchen**


**Datenblatt**




## Anhang 10: Datenblatt Infrarotpaneel - Vitalheizung




### Infrarotpaneel HVH200

Das Infrarotpaneel HVH200 ist rahmenlos konstruiert und dank einer speziellen Oberflächenbehandlung mit Thermocrystal und Thermoquarz besonders effizient.








**Unser Tipp:**  
 Sie können die Heizpaneele mit Acrylfarbe bemalen und damit zu Ihrem persönlichen Unikat machen! [Hier zeigen wir Ihnen bereits verwirklichte Designs.](#)


Technische Daten	
Typenbezeichnung	Infrarot-Heizpaneel victory
Leistung	200 Watt/0,2 kW
Länge	750 mm
Breite	320 mm
Tiefe	30 mm
Spannung	230 Volt
Strom	0,87 Ampere
Schutzklasse	IP44
Gewicht	3,94 kg
Montage	für Wand- und Deckenmontage
EAN Code	9120049610020
Artikel-Nr.	010102
Zertifizierung	
Garantie	7 Jahre

**Preis: € 179,00**  
Empfohlener Verkaufspreis inkl. MwSt.

 **Produktanfrage**
 **Händler suchen**
 **Datenblatt**

Empfehlen Sie diese Seite weiter:




5 Abbildungen

#### Noch Fragen zu diesem Produkt?

Wir beraten Sie gerne und klären auch für Sie, ob diese Heizungsart für Ihre Anwendung und Baukörper (Wohnung, Haus, Apartment, Garage, ...) geeignet ist. [Jetzt Termin vereinbaren](#)

## Anhang 11: Datenblatt Speicher - LG (Seite 1)



**Innovation  
for a Better Life**

**ees  
AWARD  
2016  
WINNER**

**LG Chem**

# CHANGE YOUR ENERGY CHARGE YOUR LIFE

**RESU**



### Kompakte Größe & Einfache Installation

Die kompakte und leichtgewichtige Natur des RESU ist erstklassig. Das System ist besonders einfach zu installieren und eignet sich sowohl für die Wand- als auch für die Bodenmontage im Innen- wie im Außenbereich. Durch den einfachen Anschluss gängiger Wechselrichter sinkt die Installationszeit und Kosten werden reduziert.



### Starke Leistung

Die neue RESU Serie zeichnet sich durch eine besonders hohe und konstante Leistung (z.B. 4,2 kW beim RESU6.5) sowie einen hohen DC-Wirkungsgrad aus. Dank der L&S-Technologie von LG Chem kann eine Restkapazität von 80% auch nach 10 Jahren gewährleistet werden.





### Geprüfte Sicherheit

Sicherheit hat für LG Chem höchste Priorität. Daher setzt das Unternehmen bei seinen ESS-Lösungen auf die gleiche hochwertige und sichere Technologie wie bei der Entwicklung seiner Autobatterien. Alle Produkte werden zudem regelmäßig nach den gängigen globalen Standards geprüft und zertifiziert.

[www.lgesspartner.com/de](http://www.lgesspartner.com/de)




## Anhang 11: Datenblatt Speicher - LG (Seite 2)







Change Your Energy, Charge Your Life

## 48V

Models	RESU3.3	RESU6.5	RESU10
Gesamtenergie [kWh]	3.3	6.5	9.8
Nutzbare Energie [kWh]	2.9	5.9	8.8
Kapazität [Ah]	63	126	189
Nominale Spannung [V]	51.8	51.8	51.8
Spannungsbereich [V]	42.0~58.8	42.0~58.8	42.0~58.8
Max. Leistung [kW]	3.0	4.2	5.0
Spitzenleistung [kW] (für 3 Sekunden)	3.3	4.6	7.0
Abmessungen [L x H x T, mm]	452 x 401 x 120	452 x 654 x 120	452 x 483 x 227
Gewicht [kg]	31	52	75
Gehäuse Schutzart	IP55		
Kommunikation	CAN 2.0 B		
Zertifikate	Zelle	UL1642	
	Produkt	CE / RCM / TUV (IEC 62619) / UL1973	



Compatible Inverter Brands : SMA, SolaX, Sungrow, Schneider, Ingeteam, GoodWe, Redback, Victron Energy (As of 3Q, 2016, More brands to be added)

Die RESU Plus ist ein Erweiterungs-Kit für 48V Batterien der neuen RESU Serie. Mit RESU Plus lassen sich die 48V-Modelle der Serie zudem mit einer anderen 48V-Einheit beliebiger Kapazität koppeln.

- Abmessungen: 385 x 240 x 65 (L x H x T, mm)
- Es können insgesamt 2 Batterien an die RESU Plus angeschlossen werden.
- IP55

## 400V

Models	RESU7H	RESU10H	
Gesamtenergie [kWh]	7.0	9.8	
Nutzbare Energie [kWh]	6.6	9.3	
Kapazität [Ah]	63	63	
Spannungsbereich [V]	350~450	350~450	385~550
Max. Leistung [kW]	3.5	5.0	
Spitzenleistung [kW] (für 10 Sekunden)	5.0	7.0	
Abmessungen [L x H x T, mm]	744 x 692 x 206	744 x 907 x 206	
Gewicht [kg]	76	97	99.8
Gehäuse Schutzart	IP55		
Kommunikation	RS485	RS485	CAN 2.0 B
Zertifikate	Zelle	UL 1642	
	Produkt	TUV (IEC 62619) / CE	TUV (IEC 62619) / UL1973 / CE

Compatible Inverter Brands : SMA, SolarEdge, Delta (As of 3Q, 2016, More brands to be added)

## Anhang 12: Datenblatt Batterie-Wechselrichter – SMA Sunny Boy Storage 2.5 (Seite 1)

### SUNNY BOY STORAGE 2.5





SBS2.5-1VL-10



<b>Flexibel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vielseitig konfigurierbar und erweiterbare PV-Auslegung</li> <li>Für Neu- und Bestandsanlagen</li> <li>Freie Wahl bei Hochvolt-Li-Ionen-Batterien</li> </ul>	<b>Effizient</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kostengünstigstes AC-gekoppeltes System auf dem Markt</li> <li>97 % Wirkungsgrad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integrierte dynamische Wirkleistungsbegrenzung für PV-Wechselrichter</li> </ul>	<b>Einfach</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1-Mann-Installation</li> <li>WLAN und intuitives Web-Interface</li> <li>Transparenz durch direkte Einbindung in Sunny Portal/Sunny Places</li> </ul>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## SUNNY BOY STORAGE 2.5

### Einfach mehr Unabhängigkeit

Der Sunny Boy Storage ist der Batterie-Wechselrichter für Hochvolt-Batterien wichtiger namhafter Hersteller. Mit einer Lade- und Entladeleistung von 2,5 kW ist er ideal auf den Strombedarf im Privathaushalt abgestimmt. Das Gerät vereint die Flexibilität der AC-Kopplung mit den Vorteilen der Hochvolt-Technologie und ermöglicht dadurch eine deutliche Senkung der System- und Installationskosten. Dank des integrierten Web-servers und dem direkten Portalzugang ist die Inbetriebnahme einfach und die Energieflüsse im Haushalt maximal transparent.


Wie auch immer Strom produziert und verbraucht werden soll – ob mit bestehender oder neuer Solarstromanlage, Windenergie, Blockheizkraftwerk, oder zur sicheren Versorgung bei Netzausfällen – der Sunny Boy Storage macht alles mit. Heute und in Zukunft, denn Anlagen mit Sunny Boy Storage sind sowohl auf Erzeuger- als auf Batterieseite jederzeit flexibel erweiterbar.

## Anhang 12: Datenblatt Batterie-Wechselrichter – SMA Sunny Boy Storage 2.5 (Seite 2)

Technische Daten	Sunny Boy Storage 2.5
<b>AC-Anschluss</b>	
Bemessungsleistung [bei 230 V, 50 Hz]	2500 W
Max. AC-Scheinleistung	2500 VA
AC-Nennspannung / Bereich	220 V, 230 V, 240 V / 180 V bis 280 V
AC-Netzfrequenz / Bereich	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz bis +5 Hz
Bemessungsnetzfrequenz / Bemessungsnetzspannung	50 Hz / 230 V
Max. AC-Strom	11 A
Leistungsfaktor bei Bemessungsleistung	1
Verschiebungsfaktor einstellbar	0.8 überregt bis 0.8 unterregt
Einspeisephase / Anschlussphasen	1 / 1
<b>DC-Eingang Batterie</b>	
Max. DC-Leistung [bei $\cos \varphi = 1$ ]	2650 W
Max. DC-Spannung	500 V
DC-Spannungsbereich / DC-Bemessungsspannung	100 V bis 500 V / 360 V
Min. DC-Spannung / Start-DC-Spannung	100 V / 100 V
Max. DC-Strom	10 A
Max. DC-Kurzschlussstrom	18 A
Batterietyp	Li-Ion*
<b>Wirkungsgrad</b>	
Max. Wirkungsgrad / Euro-eta	~97,0 % / ~96,5 %
Eigenverbrauch ohne Last und Batterieverbrauch / Standby	≤10 W / ≤2 W
<b>Schutzeinrichtungen</b>	
Eingangsseitige Freischaltstelle	—
Erdschlussüberwachung / Netzüberwachung	• / •
DC-Verpolungsschutz / AC-Kurzschlussfestigkeit / galvanisch getrennt	— / • / —
Allstromsensitive Fehlerstromüberwachungseinheit	•
Schutzklasse (nach IEC 62103) / Überspannungskategorie (nach IEC 60664-1)	I / III
<b>Allgemeine Daten</b>	
Maße (B / H / T)	450 mm / 357 mm / 122 mm (17,7 inch / 14,1 inch / 4,8 inch)
Gewicht Wechselrichter	9,2 kg (20,3 lbs)
Betriebstemperaturbereich im Batteriebetrieb	-40 °C bis +60 °C [-40 °F bis +140 °F]
Geräuschemission, typisch	<25 dB
Topologie	Transformatorlos
Kühlkonzept	Konvektion
Schutzart (nach IEC 60529) / Klimaklasse (nach IEC 60721-3-4)	IP65 / 4K4H
Zulässiger Maximalwert für die relative Feuchte (nicht kondensierend)	1
<b>Ausstattung / Funktion / Zubehör</b>	
DC-Anschluss / AC-Anschluss	Steckverbinder / Steckverbinder
Integrierter Webserver	•
Schnittstellen	Ethernet / WLAN
Kommunikationsprotokolle	Modbus (SMA, Sunspec), Webconnect
Batteriekommunikation	CAN Bus
Integrierte dynamische Wirkleistungsbegrenzung	•
Garantie: 10 Jahre	•
Zertifikate und Zulassungen (weitere auf Anfrage)	AS4777, C10/11/2012, CEI0-21, CE, G83/2, DIN EN 62109-1 / IEC 62109-1, VDE-AR-N4105
Zertifikate und Zulassungen (in Planung)	NEN 50438, VFR 2014, G59/3 EN50438, RD 1699, VDE0126-1-1, PPC, NRS097, PFD, IEC61727
Sunny Home Manager / SMA Energy Meter	o / o
nachrüstbare Ersatzstromfunktion	Q4 2016
* von SMA freigegebene Batterien, bspw. Tesla Powerwall, Daily, etc.	
• Serienausstattung   o Optional   — Nicht verfügbar	
Angaben bei Nennbedingungen	
Technische Daten ohne Gewähr Stand Mai 2016	
Typenbezeichnung	SB52-5-1VL-10



## Anhang 13: Angebot Energie Wagner GmbH – Batteriespeicher LG RESU 10 H

 <p>Energie Wagner GmbH www.energiewagner.at</p> <p>Energie Wagner GmbH • Buchberg 37 • 8262 ILZ office@energiewagner.at • Tel.: +43 (0) 664 / 50 31 804</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>E-Installationen •</li> <li>Photovoltaik •</li> <li>Blitzschutz •</li> <li>Alarmanlagen •</li> <li>Hackgut An- und Verkauf •</li> <li>Wärme- und Umwelttechnologie •</li> </ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Robert Wagner Buchberg 37 8262 Ilz	Datum: 21.10.2016  Kunden-Nr.: 1392 Angebots-Nr.: 2016/166 Kunden-UID:
------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

## Angebot

Wir danken für Ihre Anfrage und erlauben uns Ihnen wie folgt anzubieten:

Position	Menge	ME	Leistung	Einzel €	Gesamt €
<b>Batteriespeicher LG RESU 10 H</b>					
1			Speichersystem		
1.1	1	Stk.	LG RESUM 10H Speicher		
1.2	1	Stk.	Sunny Boy Storage 2.5		
1.3	1	Pau.	Zubehör		
Summe Speichersystem					6.964,65
2			Einbindung in das Bestandsystem		
2.1	1	Pau.	AC Einspeisung		
2.2	1	Pau.	Netzwerkanbindung		
2.3	1	Pau.	Div. KM		
Summe Einbindung in das Bestandsystem					630,00
3			Montage		
3.1	15	Std.	Regie Monteur		
3.2	1	Pau.	KFZ Pau.		
Summe Montage					790,00
				Summe Netto	€ 8.384,65
				zuzgl. 20 % gesetzl. MwSt.	€ 1.676,93
				<b>Endbetrag</b>	<b>€ 10.061,58</b>

Zahlungsbedingungen:  
Netto bei Rechnungserhalt

Wir verweisen auf die allgemeinen Geschäftsbedingungen für Elektroinstallateure. Die Ware bleibt bis zur vollständigen Bezahlung im Eigentum des Verkäufers. Wir würden uns freuen Ihren Auftrag zu erhalten.

## Literaturverzeichnis

### Internet

**Land Steiermark: Stmk. Baugesetz – PV Anlagen auf Gebäuden**

[http://www.technik.steiermark.at/cms/dokumente/11507908\\_58813874/8314da2b/FAQ-Stmk%20BauG%20-%20Photovoltaikanlagen%20auf%20Geb%C3%A4uden%20%C2%A721%20Abs%202%20Z6.pdf](http://www.technik.steiermark.at/cms/dokumente/11507908_58813874/8314da2b/FAQ-Stmk%20BauG%20-%20Photovoltaikanlagen%20auf%20Geb%C3%A4uden%20%C2%A721%20Abs%202%20Z6.pdf)

(verfügbar Oktober 2016).

**GAT - Verein zur Förderung steirischer Architektur im Internet:  
Artikel „Alle Dächer müssen mehr Schnee aushalten“**

<http://www.gat.st/news/alle-daecher-muessen-mehr-schnee-aushalten>

(verfügbar Oktober 2016).

**Gabler Wirtschaftslexikon: „soft-facts“**

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/569792/harte-und-weiche-faktoren-v8.html>

(verfügbar September 2016).

**Wikipedia: Energieautarkie**

<https://de.wikipedia.org/wiki/Energieautarkie>

(verfügbar Oktober 2016).

**Prof. Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung**

[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_Ein.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_Ein.pdf)

(verfügbar Oktober 2016).

**Prof. Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung – Kostenvergleichsrechnung**

[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_KVR.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_KVR.pdf)

(verfügbar Oktober 2016).

**Prof. Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung – Gewinnvergleichsrechnung**

[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_GVR.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_GVR.pdf)

(verfügbar Oktober 2016).

**Prof. Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung – Rentabilitätsvergleichsrechnung**

[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_RVR.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_RVR.pdf)

(verfügbar Oktober 2016).

**Prof. Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung – Amortisationsvergleichsrechnung ]**

[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_AMZ.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_AMZ.pdf)  
(verfügbar Oktober 2016).

**Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung – Kapitalbarwertmethode**

[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_KBM.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_KBM.pdf)  
(verfügbar September 2016).

**Prof. Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung – Annuitäten Methode**

[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_ANM.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_ANM.pdf)  
(verfügbar Oktober 2016).

**Prof. Dr. René-Claude Urbatsch: Investitionsentscheidungsrechnung – Interne Zinsfußmethode**

[http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V\\_IINT.pdf](http://www.staff.hs-mittweida.de/~rurbatsc/vorlesungen/IUF/V_IINT.pdf)  
(verfügbar Oktober 2016).

**Wirtschaftslexikon24.com: Kostenvergleichsrechnung**

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/kostenvergleichsrechnung/kostenvergleichsrechnung.htm>  
(verfügbar Oktober 2016).

**Wirtschaftslexikon24.com: Gewinnvergleichsrechnung**

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/gewinnvergleichsrechnung/gewinnvergleichsrechnung.htm>  
(verfügbar Oktober 2016).

**Wikipedia: Amortisationsrechnung**

<https://de.wikipedia.org/wiki/Amortisationsrechnung>  
(verfügbar September 2016).

**Dr. Lenk: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre ]**

[https://www.fbi.h-da.de/fileadmin/personal/m.lenk/GrundlagenBWL/Grundlagen der BWL Script7.pdf](https://www.fbi.h-da.de/fileadmin/personal/m.lenk/GrundlagenBWL/Grundlagen%20der%20BWL_Script7.pdf)  
(verfügbar Oktober 2016).

**N. Böing: Annuitätenmethode**

<https://www.zum.de/Faecher/kurse/boeing/udb/infin/Annuitaetenmethode.pdf>  
(verfügbar Oktober 2016).



**Controlling-Portal.de: Interne Zinsfuß-Methode**

<http://www.controllingportal.de/Fachinfo/Investitionsrechnung/Interne-Zinsfuss-Methode.html>

(verfügbar Oktober 2016).

**TESVOLT Speichertechnologie**

[www.tesvolt.com](http://www.tesvolt.com);

(verfügbar Oktober 2016).

**Land Steiermark, FA Energie und Wohnbau: Infoblatt PV-Anlagen**

[http://www.wohnbau.steiermark.at/cms/dokumente/12117789\\_113383975/0f8f1b4d/ABT15EW-3.0%20RL-Infoblatt-PV-Anlagen%202016.pdf](http://www.wohnbau.steiermark.at/cms/dokumente/12117789_113383975/0f8f1b4d/ABT15EW-3.0%20RL-Infoblatt-PV-Anlagen%202016.pdf)

(Infoblatt 2016).

**wien.at: Stationärer Stromspeicher – Förderungsantrag**

[https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-](https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/energie/alternativenergie/speicheranlagen.html)

[wohnen/energie/alternativenergie/speicheranlagen.html](https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/energie/alternativenergie/speicheranlagen.html)

(verfügbar Oktober 2016).

**Google.at: Foto E-Tankstelle**

[https://www.google.at/search?q=fotos+e+tankstelle+mit+auto&client=firefox-](https://www.google.at/search?q=fotos+e+tankstelle+mit+auto&client=firefox-b&tbm=isch&imgil=Bv8vDFD9vsvGxM%253A%253B1K9Kdhcx9rd-XM%253Bhttps%25253A%25252F%25252Fadacemobility.wordpress.com%25252Ftag%25252Fe-tankstel-)

[b&tbm=isch&imgil=Bv8vDFD9vsvGxM%253A%253B1K9Kdhcx9rd-](https://www.google.at/search?q=fotos+e+tankstelle+mit+auto&client=firefox-b&tbm=isch&imgil=Bv8vDFD9vsvGxM%253A%253B1K9Kdhcx9rd-XM%253Bhttps%25253A%25252F%25252Fadacemobility.wordpress.com%25252Ftag%25252Fe-tankstel-)

[XM%253Bhttps%25253A%25252F%25252Fadacemobility.wordpress.com%25252Ftag%25252Fe-](https://www.google.at/search?q=fotos+e+tankstelle+mit+auto&client=firefox-b&tbm=isch&imgil=Bv8vDFD9vsvGxM%253A%253B1K9Kdhcx9rd-XM%253Bhttps%25253A%25252F%25252Fadacemobility.wordpress.com%25252Ftag%25252Fe-tankstel-)

[tankstel-](https://www.google.at/search?q=fotos+e+tankstelle+mit+auto&client=firefox-b&tbm=isch&imgil=Bv8vDFD9vsvGxM%253A%253B1K9Kdhcx9rd-XM%253Bhttps%25253A%25252F%25252Fadacemobility.wordpress.com%25252Ftag%25252Fe-tankstel-)

[len%25252F&source=iu&pf=m&fir=Bv8vDFD9vsvGxM%253A%252C1K9Kdhcx9rd-](https://www.google.at/search?q=fotos+e+tankstelle+mit+auto&client=firefox-b&tbm=isch&imgil=Bv8vDFD9vsvGxM%253A%253B1K9Kdhcx9rd-XM%253Bhttps%25253A%25252F%25252Fadacemobility.wordpress.com%25252Ftag%25252Fe-tankstel-)

[XM%252C &usq= Vs4MncGdLDrzOIWz9IVXlhpLLeE%3D&biw=1920&bih=1067](https://www.google.at/search?q=fotos+e+tankstelle+mit+auto&client=firefox-b&tbm=isch&imgil=Bv8vDFD9vsvGxM%253A%253B1K9Kdhcx9rd-XM%253Bhttps%25253A%25252F%25252Fadacemobility.wordpress.com%25252Ftag%25252Fe-tankstel-)

[&ved=0ahUKEwiZ\\_vOjierPAhWLBBBoKHSZpAZwQyjcINw&ei= BQJWJmQK4uJa](https://www.google.at/search?q=fotos+e+tankstelle+mit+auto&client=firefox-b&tbm=isch&imgil=Bv8vDFD9vsvGxM%253A%253B1K9Kdhcx9rd-XM%253Bhttps%25253A%25252F%25252Fadacemobility.wordpress.com%25252Ftag%25252Fe-tankstel-)

[KbSheAJ#imgsrc=Bv8vDFD9vsvGxM%3A](https://www.google.at/search?q=fotos+e+tankstelle+mit+auto&client=firefox-b&tbm=isch&imgil=Bv8vDFD9vsvGxM%253A%253B1K9Kdhcx9rd-XM%253Bhttps%25253A%25252F%25252Fadacemobility.wordpress.com%25252Ftag%25252Fe-tankstel-)

(verfügbar September 2016).

**Oberösterreichische Zukunftsakademie: Folder Strom-Tanken – Infrastrukturelle Aspekte der Elektromobilität**

[http://www.ooe-zukunftsakademie.at/E\\_Tanken\\_Standpunkt\\_Flyer.pdf](http://www.ooe-zukunftsakademie.at/E_Tanken_Standpunkt_Flyer.pdf)

(Stand 2013).

**Spiegel Online**

<http://www.spiegel.de/auto/aktuell/norwegen-will-autos-mit-benzin-oder-dieselmotor-verbieten-a-1107885.html>

(Stand: 16.08.2016).

**derStandard.at**

<http://derstandard.at/2000034688943/Umweltbundesamt-Ab-2020-keine-Diesel-und-Benzinautos-mehr-verkaufen>  
(Stand 12.04.2016).

**iTA – Institut für Technikfolgen Abschätzung: E-Mobil**

<http://www.oeaw.ac.at/ita/projekte/e-mobil/ueberblick/>  
(Stand 1992).

**ÖAMTC: Tarifdschungel und große Preisunterschiede bei E-Tankstellen**

<http://www.oeamtc.at/portal/oeamtc-tarifdschungel-und-grosse-preisunterschiede-bei-e-tankstellen+2500+1656986> (Stand 13.09.2016).

**Land Steiermark, FA Energie und Wohnbau: Richtlinie Direktförderung E-Fahrzeuge und E-Ladestellen für die private Nutzung**

[http://www.wohnbau.steiermark.at/cms/dokumente/12117789\\_113383975/af0b3b8b/ABT15EW-3.0%20RL%20Elektromobilit%C3%A4t%202016.pdf](http://www.wohnbau.steiermark.at/cms/dokumente/12117789_113383975/af0b3b8b/ABT15EW-3.0%20RL%20Elektromobilit%C3%A4t%202016.pdf)  
(Richtlinie Stand 01.10.2016).

**Verein Austrian Mobile Power: FAQs**

<http://www.austrian-mobile-power.at/faqs/>  
(verfügbar Oktober 2016).

**SMATRICS**

<https://smatrics.com/news/smatrics-ultra-e#>  
(verfügbar Oktober 2016).

**TESLA**

[https://www.tesla.com/en\\_EU/supercharger?redirect=no](https://www.tesla.com/en_EU/supercharger?redirect=no)  
(verfügbar September 2016).

**PlugSurfing**

<https://www.plugsurfing.com/de/>  
(verfügbar Oktober 2016).

**SMATRICS: Tarife**

<https://smatrics.com/ladenetz#tarife>  
(verfügbar Oktober 2016).

**KPC: Informationsblatt Förderungsaktion „E-Ladeinfrastruktur“**

[https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user\\_upload/media/umweltfoerderung/Dokumente/Betriebe/Fahrzeuge\\_Mobilitaet\\_Verkehr/UFI\\_Pauschalen\\_Infoblatt\\_ELADE\\_PAU.pdf](https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/media/umweltfoerderung/Dokumente/Betriebe/Fahrzeuge_Mobilitaet_Verkehr/UFI_Pauschalen_Infoblatt_ELADE_PAU.pdf)

(Version 09/2016).

**Vitalheizung Harvey-Dach VertriebsgesmbH: Industrie-Strahlungsheizung**

<http://www.vitalheizung.com/global/produkte/hochleistungsstrahler/industrie-strahlungsheizung/>

(verfügbar September 2016).

**easyTherm GmbH: Produkte**

<https://www.easy-therm.com/produkte/modelluebersicht/>

(verfügbar September 2016).

**Welt der Physik, Jörg Hollandt**

<http://www.weltderphysik.de/gebiet/atome/elektromagnetisches-spektrum/infrarotstrahlung/>

(Stand 17.04.2009).

**Bücher**

**Johannes, Stelling:** Kostenmanagement und Controlling. - 3. Aufl. Oldenbourg : Wissenschaftsverlag, 2009

**Fachunterlagen**

**ABB product brochure**

**diverse Verkaufsunterlagen**

**diverse Seminarunterlagen von Fachkongressen**

**Energienetze Steiermark – Tabelle Tarife Strom (Gültig ab 1.1.2016)**

## **Erklärung zur selbstständigen Anfertigung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ilz, Oktober 2016

---

Robert Wagner